



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

BEVATTNING I FÄLTMÄSSIG TRÄDGÅRDSODLING — TEKNIK OCH EKONOMI

Irrigation in horticulture — systems and economy

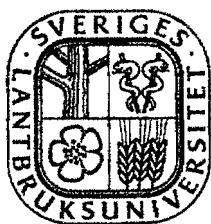
Anders Ingvarsson

**Institutionen för markvetenskap
Avd. f. lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 115
Report**

Uppsala 1978
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-0069-4



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

BEVATTNING I FÄLTMÄSSIG TRÄDGÅRDSÖDLING - TEKNIK OCH EKONOMI

Irrigation in horticulture - systems and economy

Anders Ingvarsson

Institutionen för markvetenskap
Avd. f. lantbrukets hydroteknik

Rapport 115
Report

Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics

Uppsala 1978
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-0069-4

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid.
Inledning	3
Bevattningsystem för trädgårdsodlingen	4
Olika typer av bevattningsanläggningar och system	4
Rör-system	5
Rör-slangsystem	5
Slang-kombisystem	7
"Solid set"-system	7
Olika typer av spridare	8
Bevattningsmaskiner	10
Bevattningsmobiler	12
Droppbevattning och bevattning med spraydysor och minispridare	13
Underbevattning	19
Ytbevattning	20
Sammanfattning av bevattningsystem för fruktodlingar och bärbuskar	21
Sammanfattning av bevattningsystem för fältmässig jordgubbs- och köksväxtodling	23
Växtnäringsbevattning	25
Bevattning som skydd mot nattfrost	26
Investeringar och årskostnader för bevattning i fältmässig trädgårdsodling	29
Allmänna förutsättningar för beräkningarna	29
Kortfattad beskrivning över de olika systemens utformning	31
Fasta och rörliga kostnader	34
Priser på de viktigaste delarna till en bevattningsanläggning	35
Investeringar och årskostnader 1978	37
Ekonomiska synpunkter på bevattningsystem i fältmässig trädgårdsodling	43

INLEDNING

Inom bevattningsområdet har på senare år skett en snabb utveckling. Allt större odlingsarealer kan bevattnas för varje år. I ökad omfattning har också nya bevattningsmetoder och ny teknik introducerats och börjat användas i praktisk odling. För odlarna har detta öppnat nya möjligheter att förbättra produktionsbetingelserna och att öka skördarna. Samtidigt har detta emellertid också ökat svårigheterna för den enskilde odlaren att välja lämplig bevattningsmetod och teknik.

Rådgivning, information och forskning inom bevattningsområdet har delvis haft svårt att hinna med i utvecklingen. Särskilt inom trädgårdsområdet har det i stor utsträckning saknats litteratur och informationsmaterial.

Arbetsgruppen för Bevattning inom Nordiske Jordbruksforskernes Forening (NJF), samt Försöksavdelningarna för Hydroteknik, Köksväxtodling och Frukt- och Bärodling vid Sveriges Lantbruksuniversitet fann det därför angeläget att ta fram aktuellt informationsmaterial rörande bevattningen inom den fältmässiga trädgårdsodlingen. Föreliggande stenciltryck är avsett att vara ett led i denna strävan.

Innehållsmässigt har detta arbete koncentrerats kring frågor om teknik och ekonomi vid val av olika bevattningsanläggningar lämpade för just trädgårdsodling. Författaren har funnit dessa frågor vara mest angelägna ur trädgårdsodlarnas synpunkt. Den litteratur och de artiklar som publicerats inom bevattningsområdet under senare år har nämligen främst rört bevattning i allmänhet och jordbruksbevattning i synnerhet. Mycket litet av informationen har varit riktad direkt mot trädgårdsområdet och de speciella förutsättningar som där finns.

Värdefulla synpunkter under arbetets gång har erhållits från NJF:s arbetsgrupp för bevattning, samt från en hel del trädgårdsodlare, konsulenter, bevattningsfirmor och kollegor.

Slutligen skall framföras ett tack till Ragnar Persson, Margareta Borgblad, Margareta Lundahl och Hans Johansson vid Försöksavdelningen för Hydroteknik vilka alla starkt bidragit till att arbetet överhuvudtaget kommit i tryck.

BEVATTNINGSSYSTEM FÖR TRÄDGÅRDSÖDLINGAR

För bevattning av frukt, bär och köksväxter finns ett flertal principiellt olika bevattningssystem att välja mellan. Olika modeller, fabrikat och utföranden finns det dessutom mängder av. Svårigheter uppstår därför inte sällan när det gäller att välja en bevattningsanläggning för just de egna förutsättningarna och behoven. Biologiska, tekniska och ekonomiska krav måste alla tillgodoses om resultatet skall bli det önskade. En relativt grov genomgång och beskrivning av de olika bevattningssystemens uppbyggnad och funktion, samt deras lämplighet för olika kulturer kan vara till hjälp vid valet av anläggning.

OLIKA TYPER AV BEVATTNINGSANLÄGGNINGAR OCH SYSTEM

- rör-system
- rör-slang system
- slang-combi system
- "solid-set" system
- bevattningsmaskiner
- droppbevattning
- bevattning med spraydysor eller minispridare
- underjordsbevattning
- ytbevattningssystem

Av arbetstekniska skäl kan man indela bevattningssystemen i tre grupper:

- Flyttbara system
- Delvis flyttbara system - halvpermanenta
- Fasta eller permanenta system

Flertalet av de tidigare uppräknade bevattningstyperna kan projekteras och utformas enligt någon av de tre ovan angivna principerna. Det är då oftast helt enkelt en fråga om hur stor del av bevattningssystemets rör och ledningar etc. som är nedgrävda eller ovanpåliggande och flyttbara.

Exempelvis är vanliga rörsystem, med spridare monterade direkt på rören, flyttbara. Bevattningsmaskiner med nedgrävda stamledningar tillhör mellangruppen. Droppbevattning och bevattning med spraydysor utformas i allmänhet som fasta permanenta system.

Ibland talas också om högtrycks- resp. lågtryckssystem. System med höga tryck ställer större krav på pumpar och ledningar. Lågtryckssystem arbetar vid lägre tryck, vilket kan vålla vissa problem i kuperad terräng. Några egentliga gränser för en indelning p.g.a. trycket i olika system finns inte.

Benämningen långsambevattning hörs ibland. Avgörande är här bevattningsintensiteten. Vissa typer av spridare med låg bevattningsintensitet brukar föras in under begreppet långsambevattning.

RÖR-SYSTEM

Spridarna sitter fast direkt på spridarrören. Oftast används aluminiumrör (AL-rör), 7-10 m långa. Varannat rör är vanligen försett med en spridare. Rören flyttas mellan varje uppställning. Rör-system är arbetskrävande. Ofta är arbetsbehovet ca 3 tim per ha och bevattning vid fältmässig odling. I mindre odlingar och i odlingar av specialgrödor kan arbetsbehovet vara större.

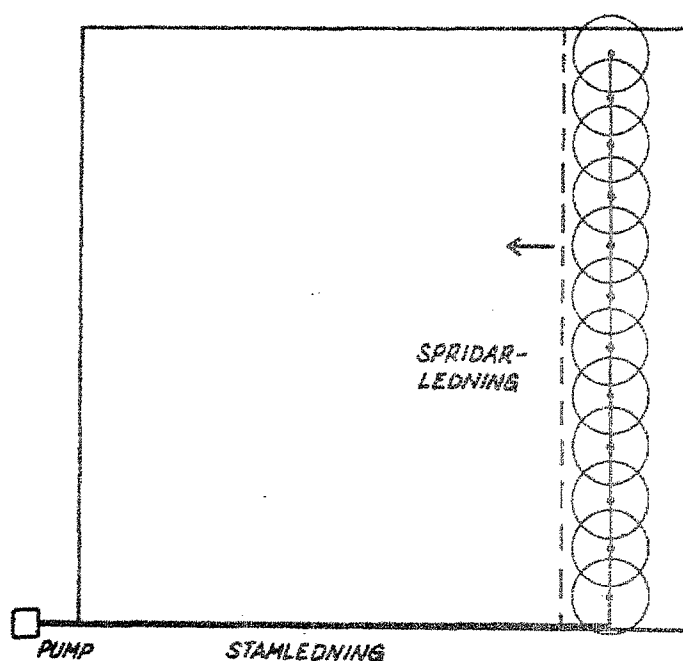


Fig. 1. Rörssystem med en spridarledning

RÖR-SLANG SYSTEM

Vid rör-slang system är spridarna placerade på stativ och förbundna med rörledningarna med $3/4''$ - $1''$ sidoslangar. Slangarna är vanligen 20-50 m långa, vilket medger 3 eller 5 spridaruppställningar för varje röruppställning. Arbetsbehovet minskar 25-30 % jämfört med rör-system. Investeringsbehovet ökar dock något. Svårigheter att flytta och hålla reda på spridare och slangar kan uppstå i en del specialodlingar.

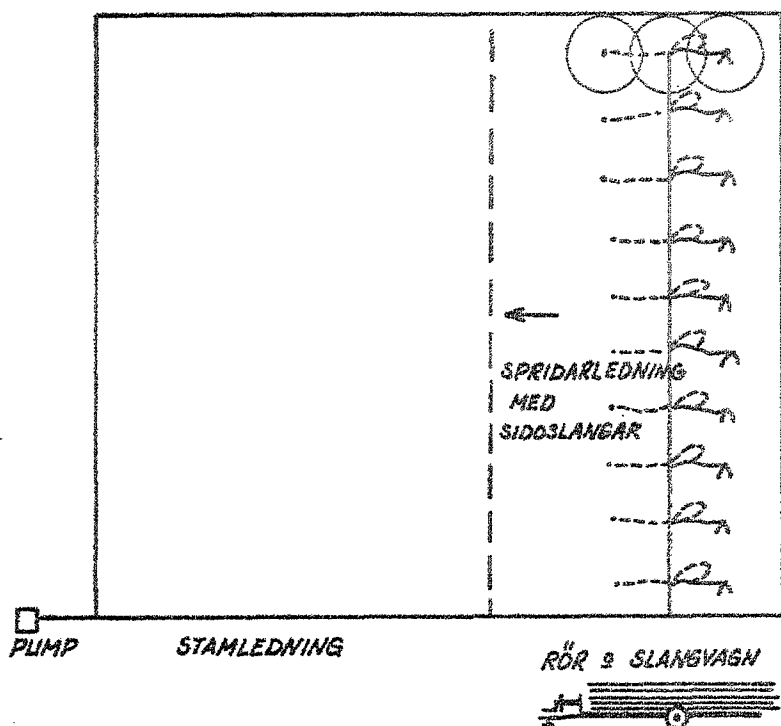


Fig. 2. Exempel på rör-slangsystem

En rörledning kan släpas för hand eller med traktor. Flyttningen underlättas avsevärt om ledningen förses med små slädar eller hjulpar. Denna metod att flytta ledningar till rör-system och rör-slangsystem minskar det tunga arbetet, men kräver relativt stora och regelbundna fält för att vara helt lyckad. I frukt- och bärodlingar är metoden ofta svår att använda.

I odlingar där man har ofta återkommande bevattningar kan man använda en typ av rör-slang system, där rören eller stamledningarna är fast nedgrävda. Då används ofta även permanenta stativ och spridarledningar som endast flyttas mellan ett mindre antal uppställningar.

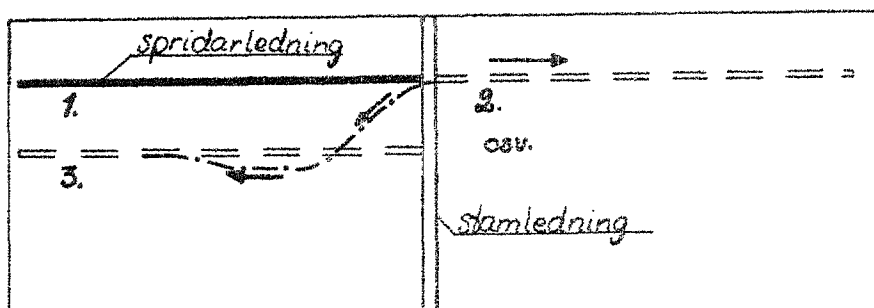
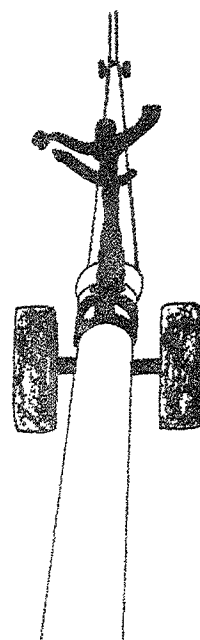


Fig. 3. Ändbogsering av spridarledning. Bilden till vänster i figuren visar principen vid flyttning av spridarledning med hjälp av traktor. Siffrorna anger i vilken ordning man flyttar ledningen och pilarna anger riktningen. Till höger visas en spridarledning försedd med hjul.



SLANG-KOMBI SYSTEM

På slang-combisystemet har spridarrören ersatts med en slang, s.k. huvudslang, som rullas upp på en trumma.

Slang-combisystemet är alltså en vidareutveckling av rör-slangsystemet. För både huvudslang och sidoslangar används kraftuttagsdrivna trummor för in- och utmatning av slangarna. Någon egentlig arbetsbesparing jämfört med rör-slangsystem medför inte slangcombin. En del tyngre arbetsmoment försvinner dock.

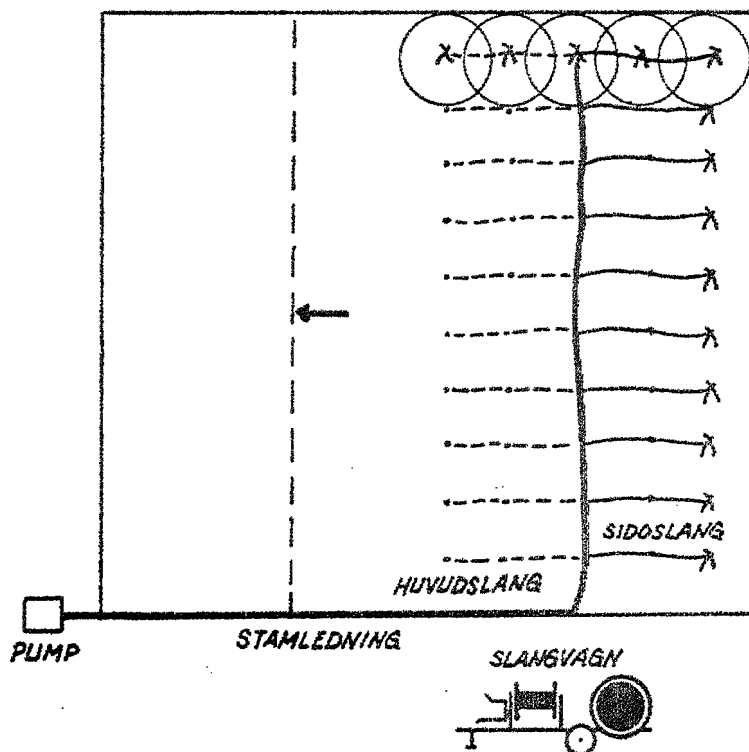


Fig. 4. Slang-kombi system

"SOLID SET"-SYSTEM

I framför allt USA används idag i allt ökande omfattning säsongspermanenta bevattningssystem i den fältmässiga specialodlingen. "Solid Set" har kommit att bli beteckningen för dessa heltäckande spridarsystem som under en hel vegetationsperiod ligger ute i vissa värdefulla och känsliga kulturer. Systemet kan i princip sägas vara ett utvecklat rörsystem med vanliga spridare fast monterade på rören. Oftast är anläggningarna helt eller delvis automatiserade och försedda med utrustning för tillförsel av flytande växtnäring.

Fördelarna med "Solid Set" är i första hand arbetstekniska. Med ett permanent system minskar arbetsbehovet avsevärt. Jämfört med flyttbara röranläggningar blir arbetsåtgången endast ca en femtedel och jämfört med bevattningsmaskiner troligen mindre än hälften.

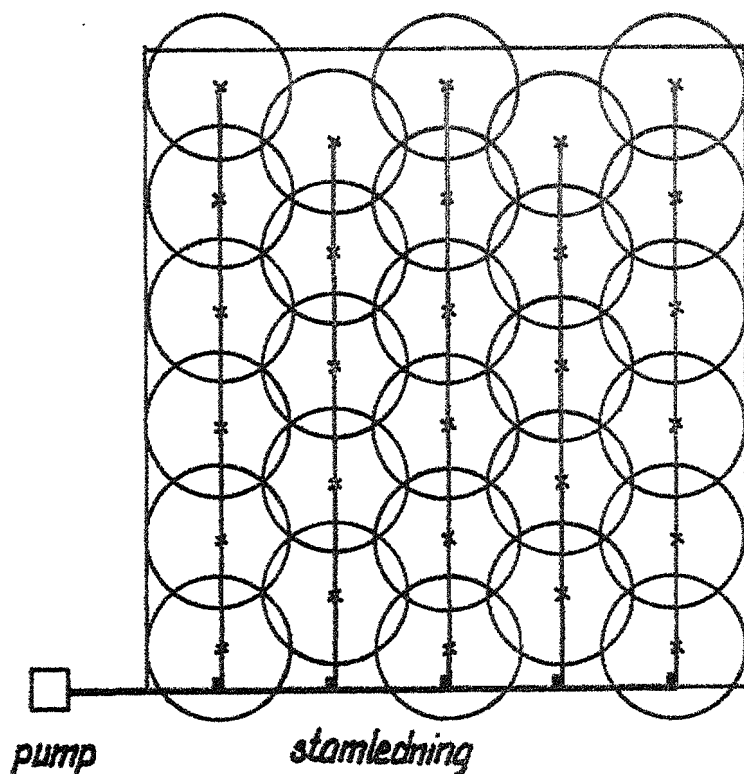


Fig. 5. "Solid Set"-system

Även ur andra synpunkter finns fördelar. Bevattning kan enkelt sättas in med olika mängd och med lämpliga intervall allt efter grödans utveckling och behov. Systemets relativt små spridare jämfört med bevattningsmaskinernas minskar risken för ev. skador på jord och gröda orsakad av alltför stora droppar och hög intensitet.

Investerings- och årskostnader blir relativt höga men minskar relativt sett med ett ökat antal årliga bevattningar.

Även under våra förhållanden kan "Solid Set"-systemet trots höga kostnader komma till användning inom framför allt den fältmässiga potatis- och köksväxtodlingen.

OLIKA TYPER AV SPRIDARE

Vid både rör-system, rör-slang system och s.k. "Solid Set"-system används olika typer av spridare, lämpliga under olika förutsättningar och för olika kulturer.

- a) Vanliga spridare eller slagcirkelspridare används normalt i de flesta sammanhang. Diametern på munstycket är oftast 4-7 mm och kastlängden 12-20 m vid normalt spridartryck på 300-400 kPa (3-4 atö). Spridarna bör inte ställas upp med längre avstånd än 1,2 - 1,3 gånger kastlängden. Bevattningsmängden blir då i regel 5-7 mm/tim. Vindkänsligheten är relativt stor och vid blåsigt väder bör kortare spridaravstånd väljas.

- b) Lågvinkelspridare kallar man vanliga spridare med en liten (låg) kastvinkel - ($4-12^{\circ}$). I fruktodlingar där vatten inte är önskvärt i blad- och grenverk kan vattnet spridas under träden. Även då man under blåsiga förhållanden vill få en jämn spridning kan lågvinkelspridare vara att föredra. Nackdelen med denna spridartyp är de relativt små kastlängderna och den därmed ökade bevattningsintensiteten. Munstycksstorlek och spridartryck är vanligen mindre än vid spridare med normal kastvinkel.
- c) I framförallt fruktodlingar används ibland s.k. storspridare med munstycksdiameter från 10 mm upp till 30 mm. Denna spridartyp används även på bevattningsmaskinerna. Fördelarna ligger i de stora kastlängderna och en stor bevattnad areal. I fruktodlingar kan dessutom bekämpningsmedel av olika slag spridas via bevattningsvattnet. Nackdelarna förefaller emellertid stora. Spridarna är dyra i inköp, vindkänsliga, ger oftast en väl hög bevattningsintensitet ($15-20 \text{ mm/tim}$), och blöter ned blad- och grenverk i fruktodlingar. Dyrbara växtskyddsmedel kan dessutom tvättas bort med vattnet. Spridarna kräver dessutom mycket höga spridartryck.
- d) Rotationsspridare kallas spridare där drivningen sker genom bakåtriktade munstycken. Spridarna används i växthus, men kan även användas i fruktodlingar. Liksom vid lågvinkelspridare är kastvinkeln låg, varför blad- och grenverk i fruktodlingar ej blöts ned. En ytterligare fördel ligger i den låga bevattningsintensiteten jämfört med lågvinkelspridare, oftast är den mindre än hälften.

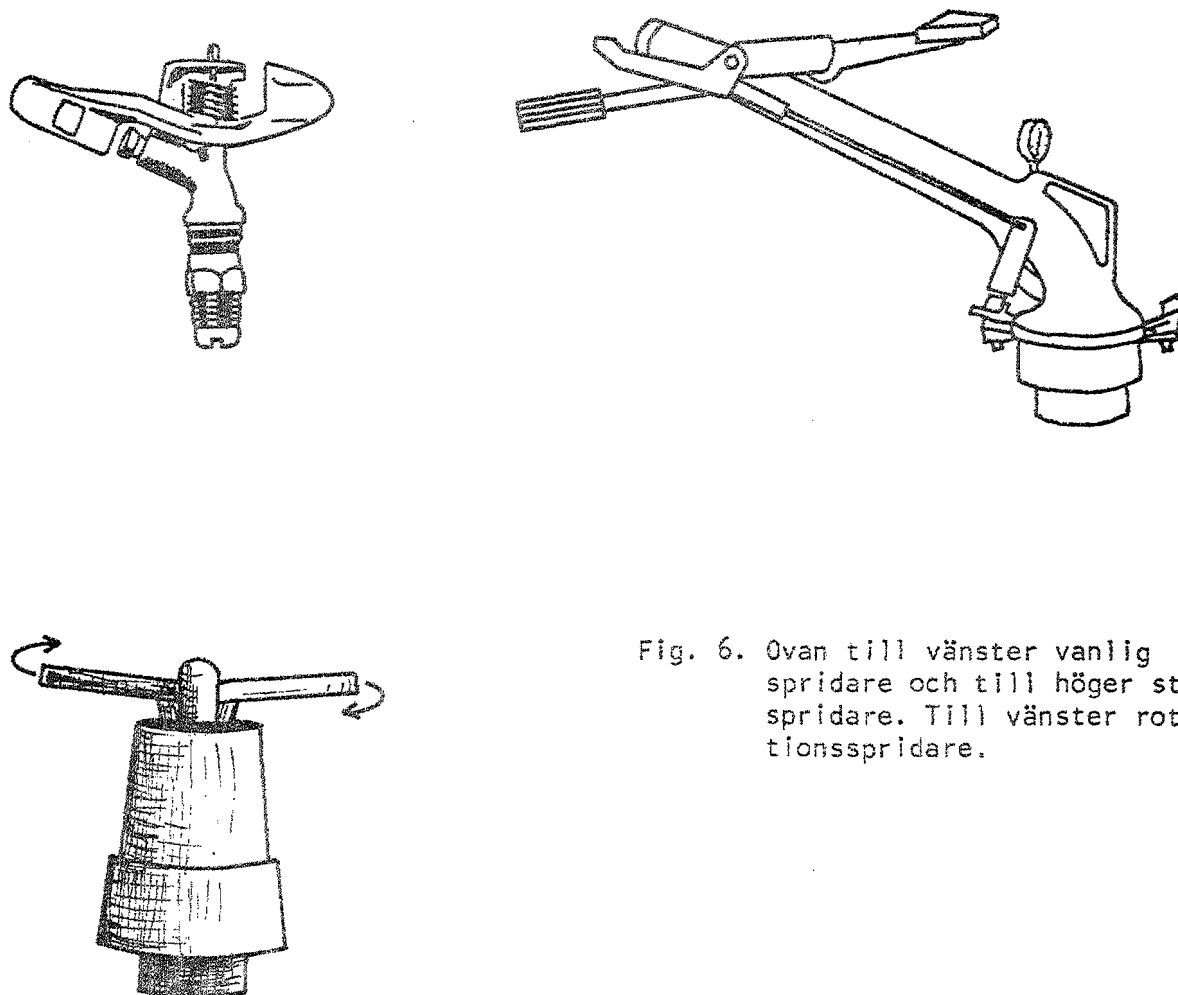


Fig. 6. Övan till vänster vanlig spridare och till höger stor spridare. Till vänster rotationsspridare.

BEVATTNINGSMASKINER

För närvarande finns det på den svenska marknaden ett 15-tal fabrikat och sammanlagt ca 50 modeller av bevattningsmaskiner. Man kan tala om fyra olika typer. Vanligast är maskiner med spridare på släde eller kärria i änden av en polyetenrörsledning som dras in under vattningen. Ett par fabrikat har spridare på hjulburet chassi och släpande slangledning. Sådana maskiner vinschas fram. En annan typ av maskin drar sig fram längs tillhörande slangledning, vilken samtidigt rullas upp. Slutligen finns det en typ, där ledningen, av polyetenrör, först rullas på och sedan rullas av när maskinen vid vattningen vinschas fram.

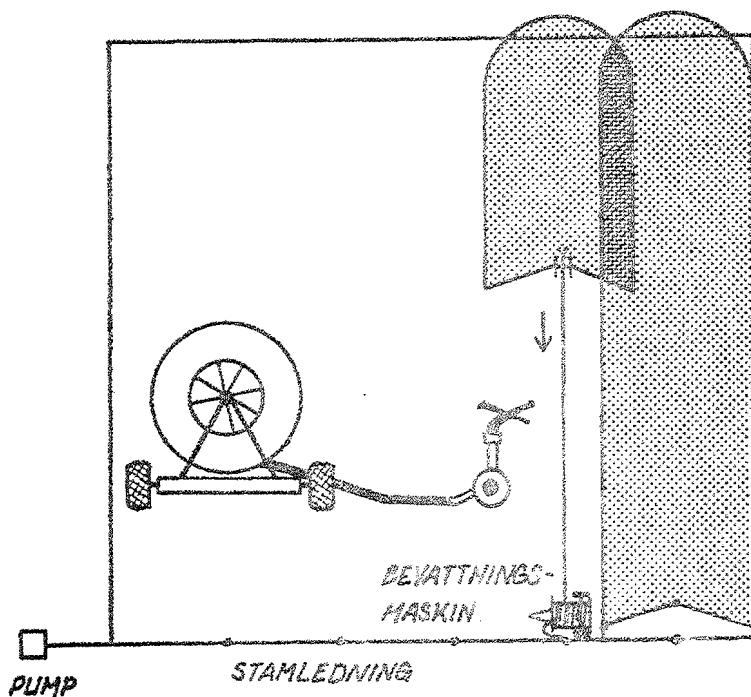


Fig. 7. Bevattningsmaskin med ledning och spridare som dras in.

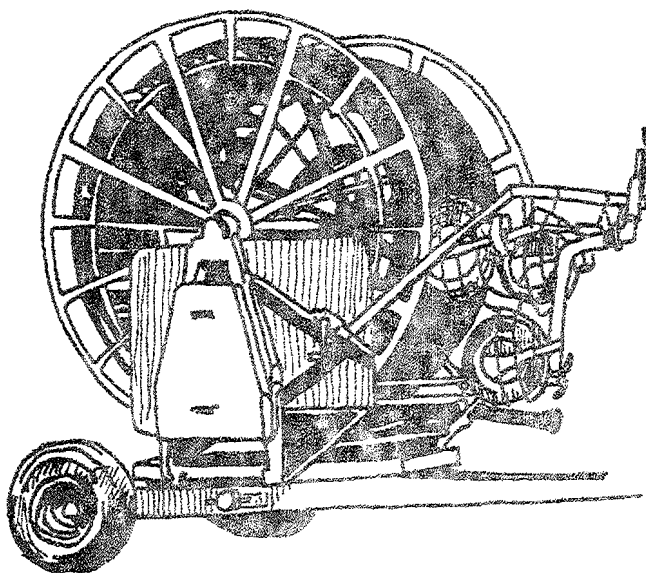


Fig. 8. Skiss av bevattningsmaskin med spridaren upphängd på maskinen

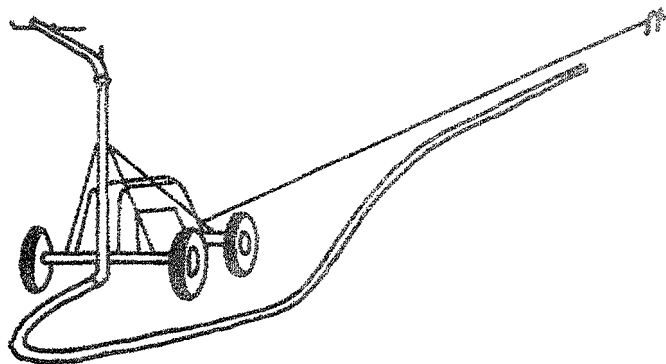


Fig. 9. Rörlig maskin som vinschas fram och släpar tillförselledningen efter sig.

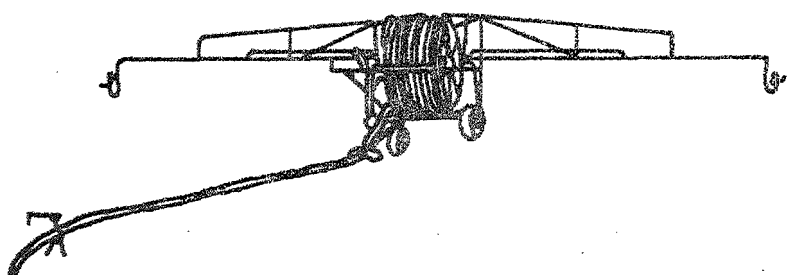


Fig. 10. Rörlig maskin som rullar upp tillförselledningen.

Med de mindre bevattningsmaskinerna kan man bevattna ett halvt till ett hektar och med de största fyra till fem hektar per dygn. Bevattningsmängden per timme blir med lämpliga flyttningsavstånd 8-10 mm för små och 15-20 mm för stora maskiner. Vattnet blir oftast jämnare fördelat än med stillastående spridare om vindstyrkan vid spridning är måttlig.

Med bevattningsmaskiner kan behovet av manuellt arbete reduceras till 30-50 procent av arbetsbehovet vid användning av vanliga system.

Bevattningsmaskiner kan i de flesta fall utan större problem användas i all fältmässig odling. I vissa speciellt känsliga kulturer (exempelvis spenat, sallat etc.) kan rent mekaniska skador uppstå p.g.a. stora droppar. På jordar som har dålig genomsläpplighet eller är speciellt slamningsbenägna, kan 15-20 mm/tim vara för hög bevattningsintensitet. Risken för skador genom tillslamning och skorpbildning synes dock vara mer beroende av droppstorleken än av bevattningsintensiteten. Det är därför viktigt att hålla det rekommenderade trycket uppe vid spridarna. Skulle skador uppstå ändå, finns alltid möjligheten att byta till ett mindre munstycke.

I fruktodlingar och odlingar av bärbuskar är erfarenheterna av bevattning med maskiner ännu begränsade. Eventuellt kan problem uppstå genom ökade sjukdomsangrepp på grund av att bevattningen blöter ned blad och grenar, samt ev. sköljer av tidigare tillförda växtskyddsmedel. I fruktodlingar behövs i de flesta fall också en annan utformning av spridarutrustningen än normalt.

BEVATTNINGSMOBILER (mindre bevattningsmaskiner)

Det finns även några typer av små bevattningsmaskiner med släpande slang. De är egentligen främst avsedda för bevattning av gräsytor, fotbollsplaner m.m. Slangen kan vara av gummi, polyeten eller armerad PVC. Dess längd är ca 50-100 m och arbetslängden ungefär dubbelt så stor. Drivningen framåt kan ske på olika sätt; - Vattenkolv, genom spridarrotation och kugghjul, eller gummibälg. Kapaciteten hos dessa mindre maskiner är vanligen ett par tusen m²/dygn. Efter viss modifiering av exempelvis hjul- och spridarutrustning bör dessa små bevattningsmaskiner kunna anpassas för användning inom den fältmässiga trädgårdsodlingen.

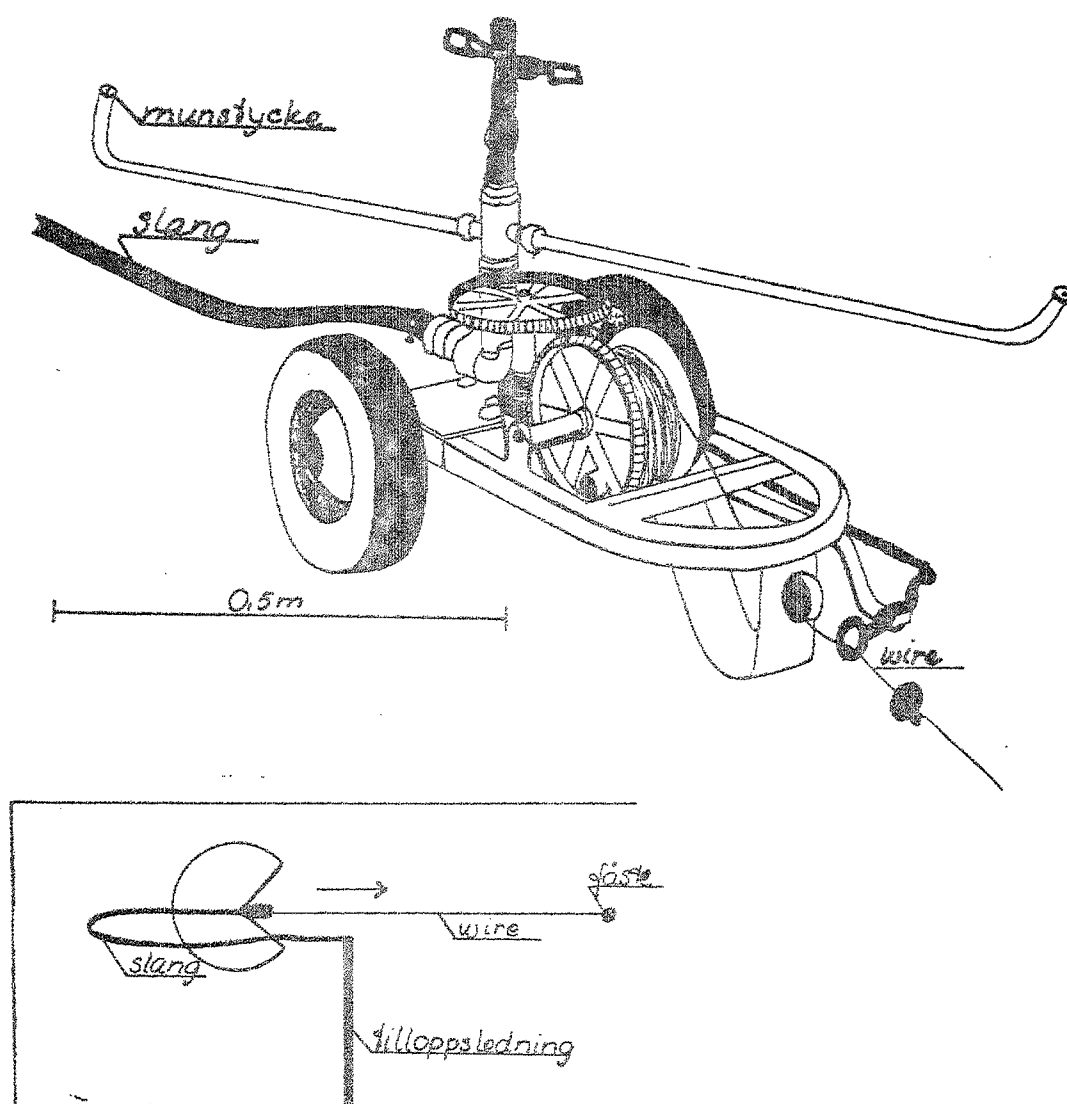


Fig. 11. Skiss av bevattningsmobil och principer för bevattning med en sådan.

DROPPBEVATTNING OCH BEVATTNING MED SPRAYDYSOR OCH MINISPRIDARE

Droppbevattning utvecklades under 50-60-talen i Israel, Danmark, USA och Australien. Metoden användes från början i växthuskulturer, men har senare utvecklats för användning i frilandsodlingar, samt i frukt- och bärödlingsar.

I Israel, USA och Australien används denna bevattningsform numera i stor omfattning i fruktodlingar, vinodlingar och för köksväxter på friland. Den droppbevattnade arealen i världen överstiger idag 100 000 ha.

I Norden är droppbevattning en relativt ny typ av bevattning, men har blivit ganska vanlig i odlingar under glas. Metoden kan emellertid i många fall vara lämplig även för bevattning av frukt och bär, samt för vissa köksväxter på friland. I Sverige finns högst ett 100-tal hektar med droppbevattning på friland. Även spraybevattning förekommer i begränsad omfattning.

Droppbevattning

Som namnet antyder, innebär metoden att vatten långsamt tillförs växterna i form av droppar. Vatten under ganska lågt tryck (50-150 kPa) passerar genom s.k. droppare varvid droppar bildas. Vid varje droppare tillförs vatten långsamt (3-10 liter per timme och droppare) direkt på eller strax under markytan. Markytan blir härigenom våt endast i dropparens omedelbara närhet. Vattnets fördelning i marken beror bl.a. på jordens genomsläpplighet och tillförselintensiteten. Detta innebär att varje växt eller planta måste förses med ett eget droppställe - en egen droppare. För buskar och träd kan flera droppare behövas.

Lämpliga avstånd mellan droppare - i en fruktodling; 0.75-1.5 m, - i svarta vinbär; 0.5 - 1 m eller 2 st per buske, - i radkulturer på friland (vanligen planteras radkulturer som skall droppbevattnas i dubbelrader); max 0,5 m.

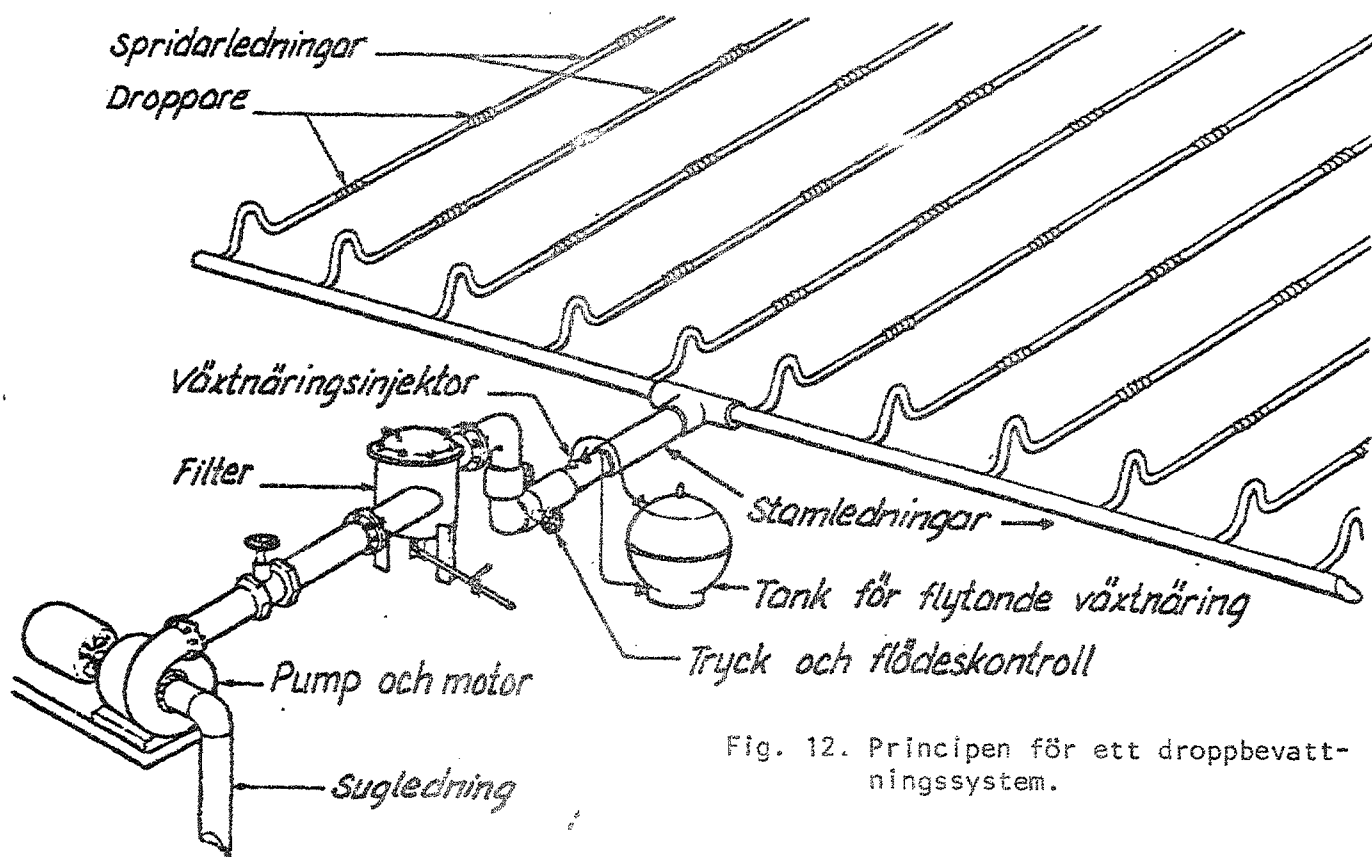
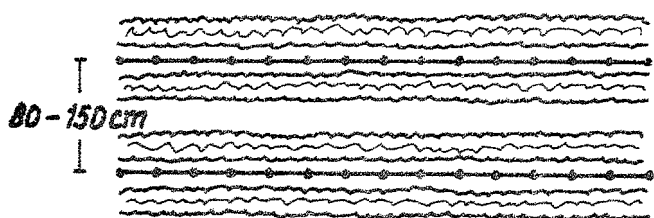


Fig. 12. Principen för ett droppbevattningssystem.

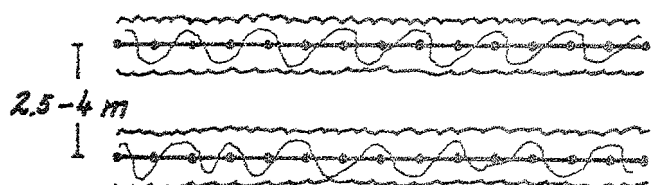
Fig. 13. Några olika principer för utläggning av droppledningar i trädgårdsodlingar



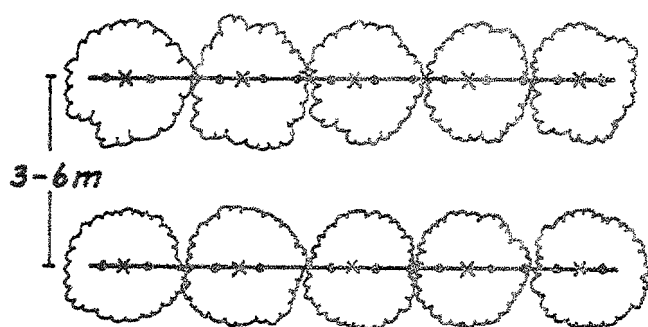
- a) Enkelrader - köksväxter, jordgubbar
- en droppledning i varje rad
0.2-1.0 m droppavstånd.



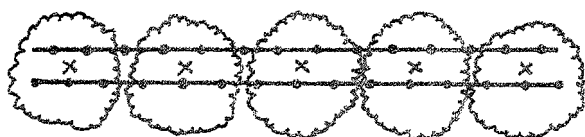
- b) Dubbelrader - köksväxter, jordgubbar
- en droppledning i varje dubbelrad
0.2-1.0 m droppavstånd



- c) Hallon, sv. vinbär m.fl.
- en droppledning i varje rad
0.5-1.5 m droppavstånd eller
1-3 droppare/buske



- d) Fruktodling
- en droppledning i varje trädrad
0.5-1.5 m droppavstånd eller 2-6
droppare/träd



- e) Fruktodling
- två droppledningar i varje trädrad



- f) Fruktodling
- "zig-zag"-utformning av dropp-
ledning



- g) Fruktodling
- "svans"-utformning av droppledning

Droppare monteras på klena polyetenslangar (12-16 mm utvändig diameter). På jämna avstånd finns således droppare utefter ledningen. Ledningar utlägges sedan i rad efter rad i odlingen och anslutes till en tvärgående stamledning av grövre dimension. För frukt- och vinbärsodlingar innebär detta, att varje buske eller träd har en eller flera droppare, och att det i varje träd- eller buskrad finns en droppledning.

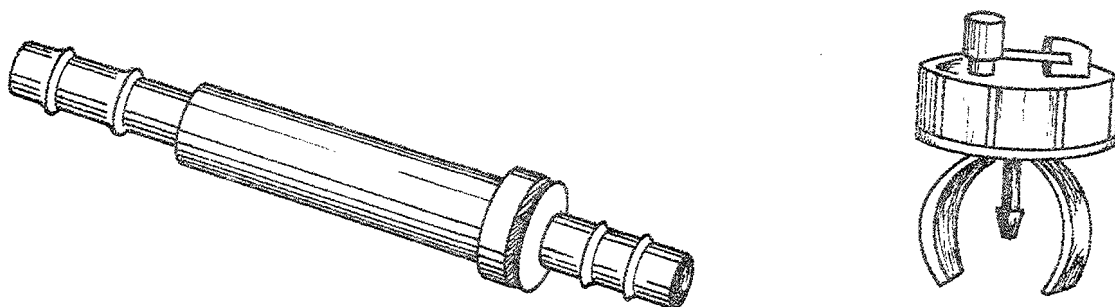


Fig. 14. Två typer av droppare.

Ett droppbevattningssystem låter man oftast ligga fast på samma ställe hela säsongen. Det finns numera emellertid system för att flytta droppledningarna i sidled i fältmässig odling, vilket innebär att man har möjlighet att bevattna en större areal med en begränsad droppbevattningsutrustning.

Droppbevattning kan också ske med perforerade slangar - s.k. droppslangar. Ur dessa droppar vatten ut ur hål eller slitsar längs hela slangens längd. Slangen fungerar alltså både som spridarledning och droppare samtidigt. I odlingar där plantorna står tätt, och det därför inte är möjligt att ha en droppare per planta, kan denna metod vara att föredra. Risken med ojämn spridning är emellertid stor i vissa av dessa system, i synnerhet vid stora slanglängder.

Droppslangen kan, om man så önskar, placeras någon centimeter under markytan.

Droppbevattning arbetar vid låga tryck ($0.5-2 \text{ kp/cm}^2$). Höjdskillnader i odlingen kan medföra att bevattningen blir ojämn. För odlingar i sluttningar och kuperad terräng kan metoden ibland medföra problem. Numera finns dock "droppare" som är tryckreglerade, d.v.s. de ger samma mängd vatten oavsett trycket. Dessutom finns också serier av "droppare" vilka ger olika mängd och därför kan sättas in i olika delar av systemet alltefter tryckfallet. Enkla tryckregulatorer kan också användas i stamledningar etc.

Sammanfattningsvis innebär fördelarna med droppbevattningsmetoden ökade möjligheter till styrning och kontroll av vattentillförseln till grödan. Arbetsbehov och vattenförbrukning minskar. Vidare visar utländska försök betydande skördeökningar i förhållande till konventionell bevattning.

Nackdelar med droppbevattning är främst högt investeringsbehov (jämfört med flyttbara system), samt viss risk för igensättning av droppställen vid dålig vattenkvalitet.

Bevattning med spraydysor och minispridare

Bevattningsystem med spraydysor eller minispridare liknar till sin utformning droppbevattningsystemen. Spraydysorna och minispridarna placeras på polytenrör eller hårda PVC-rör som läggs ut längs raderna i en odling och ansluts till en tvärgående stamledning.

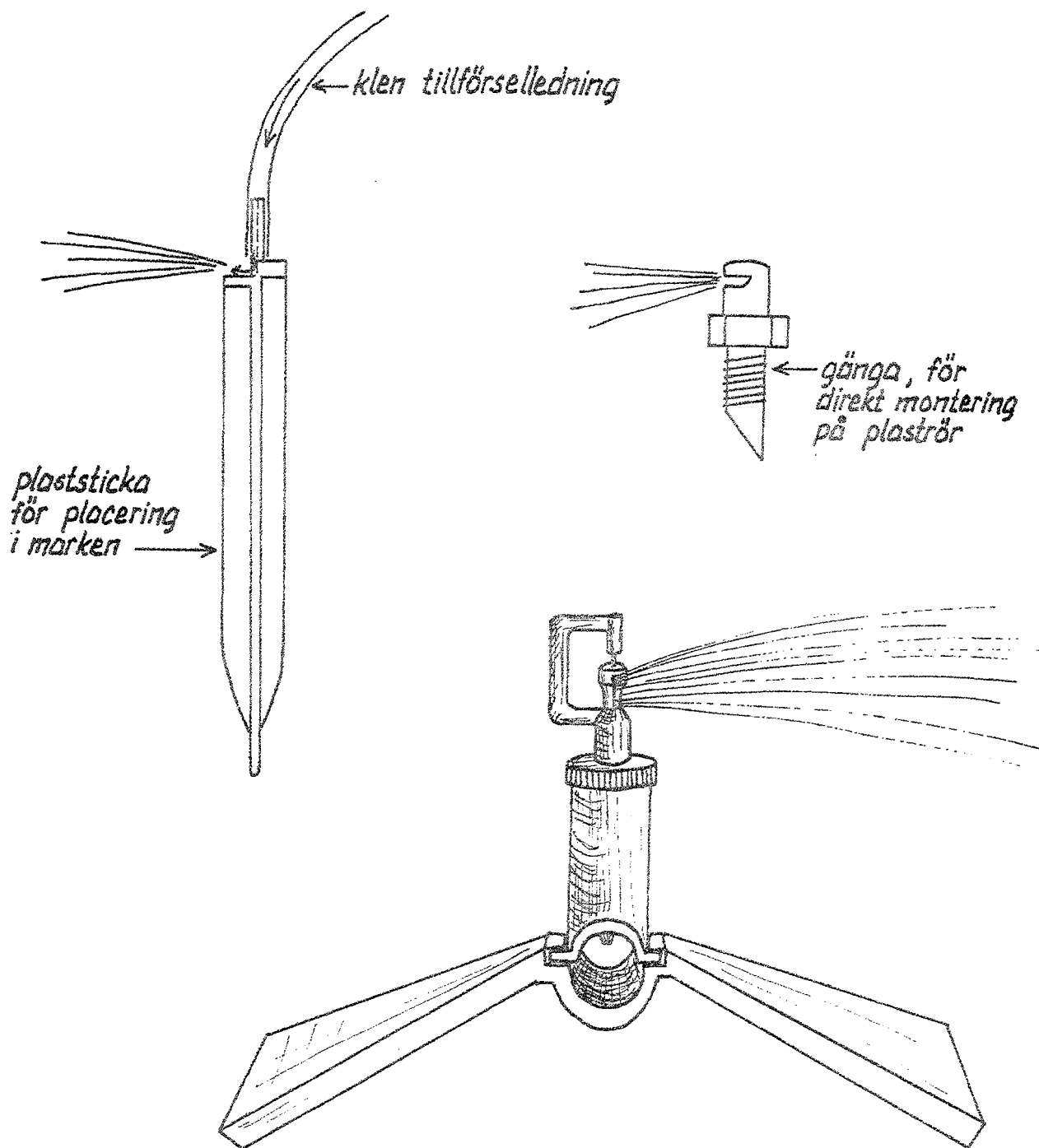
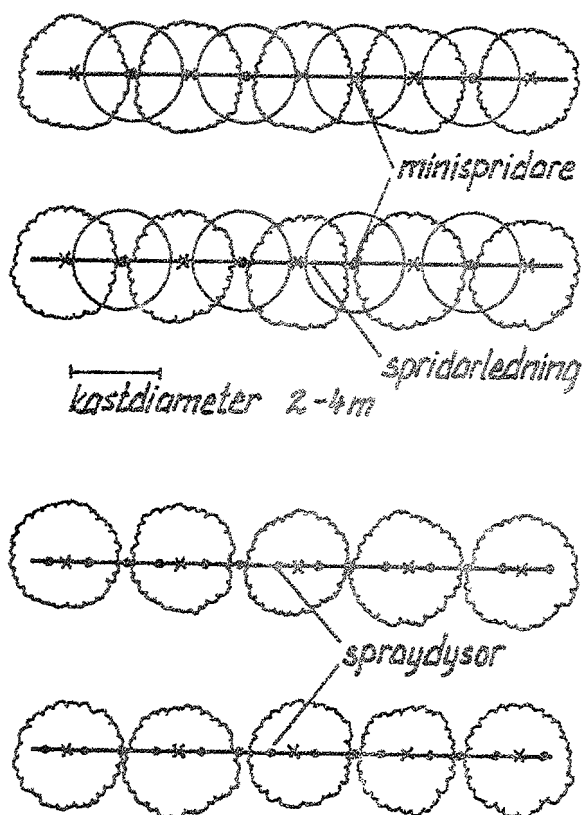


Fig. 15. Två typer av spraydysor och en minispridare (längst ner)

Spraydysor sprider vattnet över en ganska liten yta runt dysan, $0.5-2 \text{ m}^2$, medan minispridare bevattnar en yta av $5-10 \text{ m}^2$. Båda dessa system kräver något högre tryck än vad droppbevattningssystem kräver. De tillför också 5-10 gånger mer vatten per tidsenhet varför större krav ställs på dimensionering av ledningar och pumpanläggning samt sektionering av systemet.

Filtreringsbehovet är inte lika uttalat vid bevattning med spraydysor och minispridare som vid droppbevattning. I allmänhet behövs emellertid även här en filteranläggning. För- och nackdelar med dessa system sammanfaller i övrigt till stor del med de som tidigare nämnts för droppbevattning. I fältmässig köksväxtodling är droppbevattning ett smidigare system än spraybevattning och bevattning med minispridare.



Minispridare i fruktodling
spridaravstånd 2-4 m eller
1 spridare/träd

Spraydysor i fruktodling
spridaravstånd 0.5-2 m eller
2-4 dysor/träd

Fig. 16. Minispridare och spraydysor i fruktodling

För- och nackdelar med droppbevattning

Vattenåtgången kan minska. Genom att tillföra vatten enbart där det behövs, d.v.s. runt plantan, slipper man att tillföra vatten till stora ytor mellan rader och plantor. Detta gäller framför allt innan den bevattnade grödan täcker större delen av markytan. Dessutom minskar avdunstningsförlusterna.

Droppbevattning arbetar vid relativt låga tryck, ca $0.5-2 \text{ kp/cm}^2$, vilket innebär att pumpar och ledningar etc. kan dimensioneras för detta.

Vattentillförseln per tidsenhet, d.v.s. intensiteten, är låg, oftast 3-10 l/tim och droppare. Detta innebär att bevattningen går långsamt, vilket minskar risken för utlakning, ytvatten och avdunstning.

Hög vattenhalt i marken. Genom att hålla bevattningsgivorna per bevattningstillfälle låga och istället vattna oftare, kan man hålla en hög vattenhalt i marken. Detta har i utländska försök med fruktträd och svarta vinbär medfört högre skörd än vid bevattning med vanliga roterande spridare.

Inget onödigt vatten i blad- och grenverk. Vattnet träffar aldrig blad- och grenverk vilket ofta är fallet vid normal bevattning. På detta sätt minskas risken för olika svampangrepp. Tillförda växtskyddsmedel tvättas heller inte bort från bladverket, vilket kan ske med andra bevattningsformer.

Möjlighet att via vattnet tillföra växtnäring. Speciella doseringsanläggningar för växtnäring kan enkelt inkopplas i dessa bevattningssystem. Växtnäring, liksom vatten, tillförs på detta sätt bara där den gör nytta - till rotsystemet. Se avsnittet växtnärbavattning.

Lågt arbetsbehov. Genom att systemen oftast är fasta slipper man flyttningar av ledningar etc. Olika typer av automatik finns, och möjliggör ytterligare styrning och kontroll av bevattningen. (Översyn av droppare, spraydysor och minispridare krävs emellertid relativt ofta.)

Jämn fördelning av vattnet. Risk för vindavdrift, med ojämn spridning och avdunstningsförluster som följd finns inte.

Permanent anläggning - högre investeringskostnader. Kostnaderna för inköp av droppanläggningen blir högre än för flyttbara system med roterande spridare. Arbetskostnader och driftskostnader blir däremot avsevärt lägre. Jämfört med andra permanenta system blir emellertid inte investeringskostnaderna högre med droppbevattning.

Filteranläggning krävs - risk för igenslamning av droppställen
Droppbevattning kräver oftast fina filter för att fungera. Risken för att "droppare" skall sättas igen beror på vattenkvaliteten. Partiklar och smuts hindras effektivt av lämpliga filter (storlek ca 0.1 mm). Ytvatten bör renas med grusfilter. Järn- och kalkutfällningar kan förekomma inom vissa områden. Regelbundna tillsatser av exempelvis salpetersyra löser utfällningarna. Även igensättning p.g.a. alger och bakterier kan förekomma. Klorering kan ibland användas mot detta. Under senare år har droppsystemens kvalitet i detta avseende förbättrats. Skillnaden är stor mellan olika fabrikat.

UNDERBEVATTNING

Utomlands praktiseras på en del håll (USA, Israel m.fl.) s.k. underbevattning. Den vanligaste metoden är att via dräneringsrören tillföra vatten. På relativt lättgenomsläppliga jordar, som t.ex. mojord kan detta fungera bra, förutsatt att fälten är jämna, lutningarna små och den underliggande alven tät. Även på vissa mull- och gyttjejordar med stabil sprickstruktur där dräneringsrör saknas kan man tillföra vatten underifrån. Genom att höja vattennivån i diken, kanaler etc. åstadkommer man en höjning av grundvattnet på dessa genomsläppliga jordar. På en del håll i Sverige tillämpas detta, bl.a. på en del invallade mulljordar i Kvismaredalen. Hittills med gott resultat. Underbevattning av dessa två slag, kan i gynnsamma fall bli mycket billiga och enkla bevattningsformer.

Ett tredje och relativt nytt sätt, att tillföra vatten under mark, är bevattning via nedgrävda kläna porösa plaströr. Dessa är placerade relativt ytligt, oftast 30-50 cm djupt. Avstånden mellan rören bör hålla sig omkring en meter, något beroende på jordart. Metoden blir relativt kostsam, men kan kanske vara av intresse i en del specialodlingar, där ovanpåliggande bevattningssystem kan vara i vägen, och försvåra odlingen. Några erfarenheter av denna metod finns ej ännu i Norden.

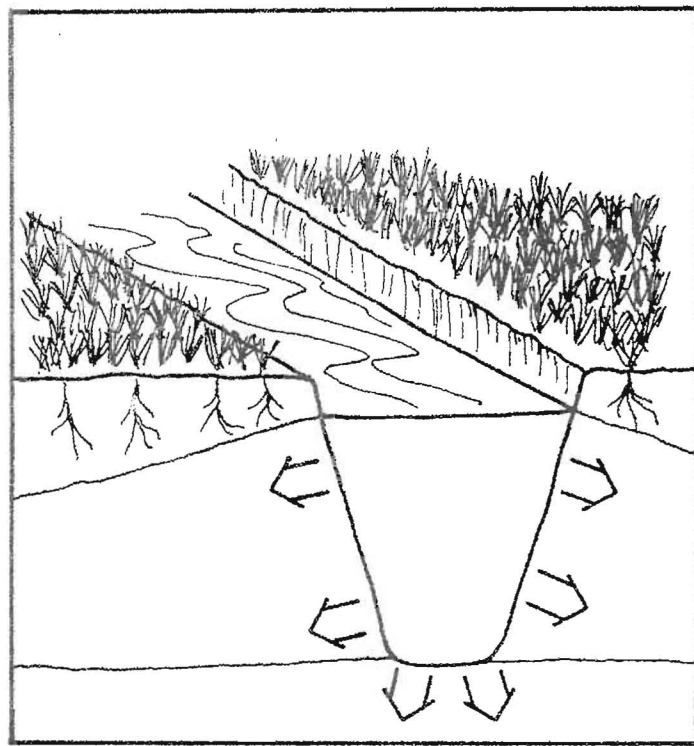
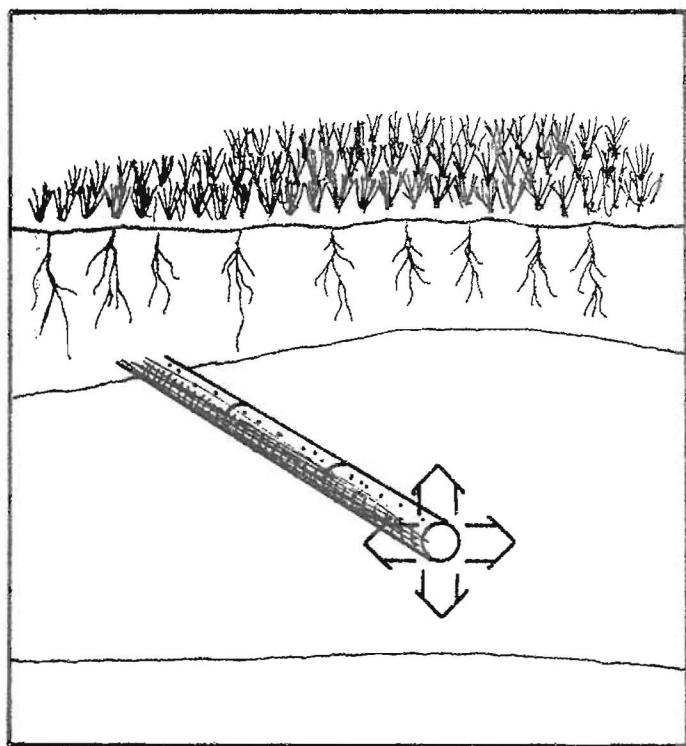


Fig. 17. Underbevattning med hjälp av dräneringsrör och diken.

YTBEVATTNING - BEVATTNING MED GRUNDA FÅROR, ÖVERSILNING ETC.

I Norden används numera knappast alls metoder för ytbevattning. Förr utnyttjades däremot ibland s.k. översilning av slåtterängar etc. Man lät då helt enkelt åvatten etc. svämma eller sila över ängarna. Internationellt sett är emellertid bevattning med fåror, svämning etc. de vanligast förekommande bevattningsmetoderna.

Fält med lutningar på mer än 3-4 % (d.v.s. en stigning av 3-4 m per 100 m) är olämpliga för ytbevattning. Lätta sandjordar med mycket hög vattengenomsläpplighet, liksom svår-
genomsläppliga leror är ej lämpliga p.g.a. svårigheter att åstadkomma en jämn bevattning. För fruktodlingar och andra fleråriga kulturer kan kanske ytbevattning i vissa fall passa där förutsättningar finns.

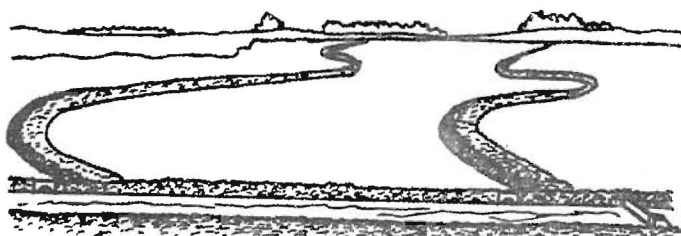
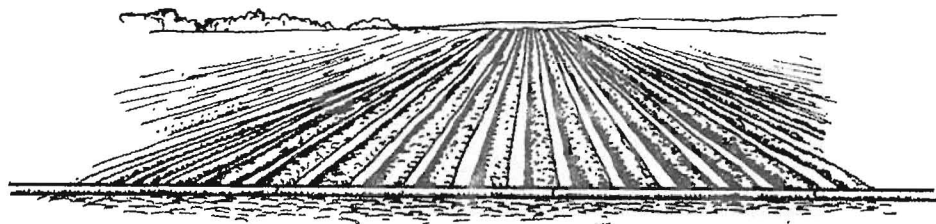
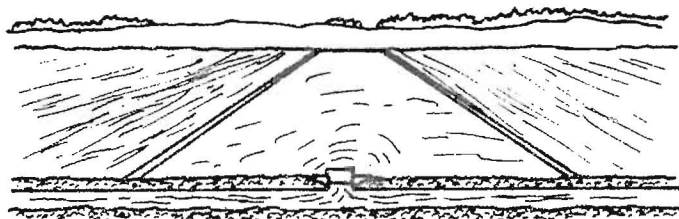


Fig. 18. Ytbevattning. De två översta bilderna visar ytbevattningssystem på plan mark och den undre på något sluttande mark.

BEVATTNINGSSYSTEM FÖR FRUKTODLINGAR OCH BÄRBUSKAR - SAMMANFATTNING

Flyttbart rörsystem	<ul style="list-style-type: none"> - låg investeringskostnad - måttlig årskostnad - mycket hög arbetsinsats - stort antal arbetskrävande rörflyttningar - nedblötning av bladverk - avsköljning av växtskyddsmedel (gäller i bärodling el. med s.k. storspridare i fruktodling) - med lågvinkelspridare (fruktodling) - hög bevattningsintensitet - medelhögt tryckbehov
Flyttbart rör-slangsystem	<ul style="list-style-type: none"> - måttlig investeringskostnad - måttlig årskostnad - hög arbetsinsats - reducerat antal rörflyttningar (jfr flyttbart rörsystem) - nedblötning av bladverk - avsköljning av växtskyddsmedel (gäller i bärodling eller med s.k. storspridare i fruktodling) - med lågvinkelspridare (fruktodling) - hög bevattningsintensitet - medelhögt tryckbehov
Permanent - halvpermanent rörsystem och rör-slang-system	<ul style="list-style-type: none"> - hög till mycket hög investeringskostnad - hög årskostnad - låg arbetsinsats - med automatik - stor möjlighet till kontroll och styrning av bevattningen - sektionering av systemet vanligen nödvändigt
Bevattningsmaskiner	<ul style="list-style-type: none"> - hög investeringskostnad vid små arealer; - förhållandevis lägre vid stora arealer - höga årskostnader vid små arealer, måttliga vid stora arealer - måttlig arbetsinsats - få tunga arbetsmoment - hög bevattningsintensitet - nedblötning av bladverk - avsköljning av växtskyddsmedel - högt tryckbehov - lämpligast för större arealer
Bevattningsmobiler (små)	<ul style="list-style-type: none"> - måttlig investeringskostnad - måttlig årskostnad - måttlig arbetsinsats - hög bevattningsintensitet - kräver ombyggnad/modifiering för att fungera i frukt- och bärodling - erfarenheter beträffande funktion och driftsäkerhet begränsade - medelhögt tryckbehov - lämpligast för små arealer

Droppbevattning

- hög investeringskostnad
- relativt sett måttlig årskostnad vid små arealer, förhållandevis högre vid stora arealer
- låg arbetsinsats
- låg bevattningsintensitet
- med automatik - stor möjlighet till kontroll och styrning av bevattningen
- lämpligt system för tillförsel av växtnäring
- kräver god vattenkvalitet och filtrering
- ej vindkänsligt
- lågt tryckbehov
- ingen risk för nedblötning av blad- och grenverk
- viss vattenbesparing i icke helt marktäckande odling

Bevattning med spraydysor

- i stort som för droppbevattning, men högre bevattningsintensitet, lägre krav på vattenkvalitet och högre tryckbehov

Ytbevattningssystem

- där förutsättningar finns - låg investeringskostnad
- högst varierande årskostnader
- relativt arbetskrävande (arbete med anläggning och underhåll)
- kräver i allmänhet någon form av ytplanering av markytan
- kräver noggrann projektering
- svårt få jämn vattenfördelning
- inga egentliga tryckbehov - självfall
- erfarenheterna hos oss mycket begränsade.

I fruktodlingar används vanligen låginkelspridare eller rotations-spridare i samband med rör-, rör-slang- och slang-combisystem. Med dessa två spridartyper får man i fruktodlingar en relativt jämn spridning, samt undviker till stor del nedblötning av blad och grenar.

För bevattning av bärbuskar (hallon, vinbär etc.) måste ovanstående bevattningssystem förse med vanliga spridare, som vattnar ovanifrån. Tyvärr blöter man då ned buskarna, med ökad risk för sjukdomar som följd. Speciellt i hallon tycks detta vara ett problem. I denna odling kan droppbevattning rekommenderas.

BEVATTNINGSSYSTEM FÖR FÄLTMÄSSIG JORDGUBBS- OCH KÖKSVÄXTODLING
- SAMMANFATTNING

- | | |
|--|--|
| Flyttbart rörsystem | <ul style="list-style-type: none"> - låg investeringskostnad - måttlig årskostnad - mycket hög arbetsinsats - stort antal arbetskrävande rörflyttningar - bevattningsintensitet varierande beroende på spridaravstånd, flyttavstånd etc. - medelhögt tryckbehov |
| lyttbart rör-slangsystem | <ul style="list-style-type: none"> - måttlig investeringskostnad - måttlig årskostnad - hög arbetsinsats - reducerat antal rörflyttningar (jfr flyttbart rörsystem) - bevattningsintensitet varierande beroende på spridaravstånd, flyttavstånd etc. - medelhögt tryckbehov - spridare och spridarslangar kan medföra problem (= vara i vägen) i vissa kulturer |
| lang-Combisystem | <ul style="list-style-type: none"> - relativt hög investeringskostnad - relativt hög årskostnad - hög - måttlig arbetsinsats - medelhögt tryckbehov - spridare och slangar kan medföra problem (= vara i vägen) i vissa kulturer |
| Solid Set" (säsongsermanent rörsystem) | <ul style="list-style-type: none"> - mycket hög investeringskostnad - hög årskostnad - låg arbetsinsats - stora möjligheter för kontroll och styrning av bevattningen - lätt att anpassa för tillförsel av växtnäring - kan konstrueras för frotskyddsbevattning enligt den direkta metoden - sektionering av systemet vanligen nödvändigt - medelhögt tryckbehov - flyttas vanligen varje säsong i ettåriga kulturer |
| bevattningsmaskiner | <ul style="list-style-type: none"> - hög investeringskostnad vid små arealer, förhållandevis lägre vid stora arealer - hög årskostnad vid små arealer, förhållandevis lägre vid stora arealer - måttlig arbetsinsats - få tunga arbetsmoment - hög bevattningsintensitet - högt tryckbehov - lämpligast för större arealer |

Bevattningsmobiler (små)

- måttlig investeringskostnad
- måttliga årskostnader
- måttlig arbetsinsats
- hög bevattningsintensitet
- hjulutrustning måste troligen förändras* för drift i fältmässig odling
- erfarenheter beträffande funktion och driftssäkerhet begränsade
- medelhögt tryckbehov
- lämpligast för små arealer

Droppbevattning
(säsongspermanent)

- mycket hög investeringskostnad
- mycket hög årskostnad
- låg arbetsinsats
- stora möjligheter till kontroll och styrning av bevattningen
- lämpligt system för tillförsel av växt-näring
- kräver god vattenkvalitet och filtrering
- ej vindkänsligt
- lågt tryckbehov
- viss vattenbesparing i icke helt marktäckande odling
- systemet kan modifieras och anpassas för maskinell flyttning och utläggning (med ev. minskade kostnader som följd)

Ytbevattningssystem

- där förutsättningar finns - låg investeringskostnad
- högst varierande årskostnader
- relativt arbetskrävande (arbete i samband med anläggning och underhåll)
- kräver i allmänhet någon form av ytplanering av markytan
- kräver noggrann projektering
- svårt få jämn vattenfördelning
- inga egentliga tryckbehov - självfall
- erfarenheterna hos oss mycket begränsade

Underbevattning

- alternativ endast där speciella naturliga förutsättningar finns

VÄXTNÄRINGSBEVATTNING

Växtnäringsbevattning innebär som namnet antyder att växtnäring via bevattningsvattnet tillförs grödan. Vaxtnäring i någon form (vanligen flytande) injiceras eller pumpas in i det befintliga bevattningssystemet. Med vattnet fördelas sedan näringen via systemets dysor, spridare eller bevattningsmaskin. Metoden möjliggör med andra ord att bevattningssystemet utnyttjas både för tillförsel av växtnäring och vatten (se fig.).

Inom växthusodlingen används redan idag huvudsakligen denna metod att tillföra behövlig växtnäring. Här via dropp- eller underbevattningssystem. Inom jordbruket och den fältmässiga trädgårdsodlingen i Sverige utnyttjas däremot växtnäringsbevattningen i mycket liten omfattning. Orsaken till detta ligger främst i att själva förutsättningen, d.v.s. bevattningssystemen och bevattningen först på senaste åren blivit allmän i jordbruket. Dessutom har information, forskning och försök kring metoden hittills saknats i landet.

I USA, Västeuropa och på en del andra håll tillämpas växtnäringsbevattning i alltmer ökad omfattning inom jordbruket och specialodlingen. Tillkomsten av center-pivot system, bevattningsmaskiner och andra bevattningssystem med förbättrad spridningsjämnhet, har starkt ökat intresset för växtnäringsbevattning. Den starkt ökande omfattningen av jordbruksbevattningen har nu också ökat förutsättningarna och intresset för metoden här hemma. I potatis, sockerbeter, köksväxter och andra specialodlingar som redan idag till stor del bevattnas, skulle växtnäringsbevattning direkt kunna utnyttjas i stor skala.

Sammanfattande fördelar med växtnäringsbevattning

- Minskat arbetsbehov vid själva spridningen - bevattning och gödsling slås ihop till ett moment.
 - Möjliggör bättre styrning och kontroll av växtnäringsfaktorn, - avkastning, kvalitet och kväveutnyttjande kan lättare påverkas.
 - Vaxtnäringsstillförsel kan ske i alla grödor och vid tidpunkter och förhållanden då konventionella gödslingsmetoder ej kan användas.
 - Möjliggör användandet av flytande gödselmedel - med förenklad transport och hantering som följd.
- (- Utrustning och teknik för växtnäringsbevattning finns redan utvecklad och marknadsförd)

Några sammanfattande erfarenheter från bl.a. danska och tyska försök med växtnäringsbevattning

- Utländska erfarenheter pekar framför allt på växtnäringsbevattningens arbetstekniska fördelar.
- Vidare pekar utländska försök i grödor med lång vegetationsperiod (ex.vis sockerbeter) på att delade gödselgivor och sent insatta övergödslingar kan ge betydande skördeökningar och bättre kväveutnyttjande (detta möjliggörs med växtnäringsbevattning).
- Under normala förhållanden tycks det däremot inte föreligga skillnader

i effekt av tillförd växtnäring mellan växtnäringsbevattning och konventionell spridning + vattning (d.v.s. om gödslingen utförs vid samma tidpunkt och med samma gödselmedel i kombination med vatten).

- Preliminära svenska resultat från ett par orienterande försök med växtnäringsbevattning i potatis och vitkål 1977, tycks stödja ovanstående erfarenheter.

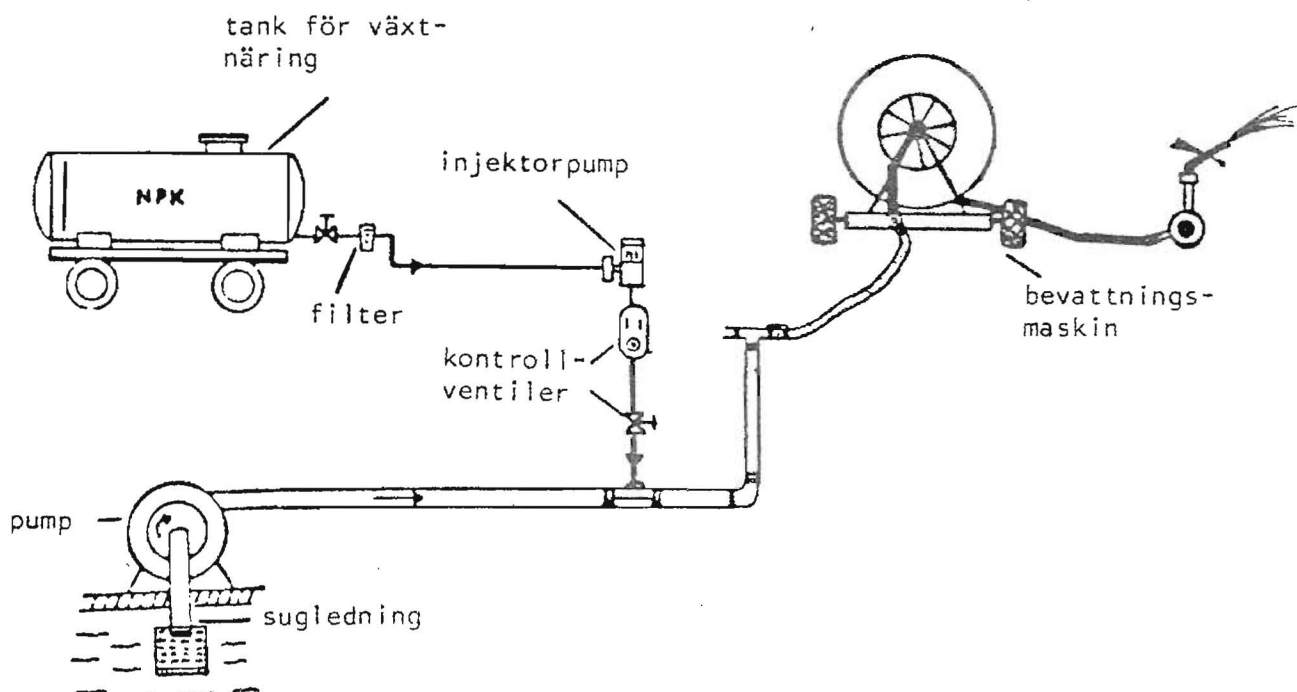


Fig. 19. Principskiss över system för växtnäringsbevattning.

BEVATTNING SOM SKYDD MOT NATTFROST

Frostskador orsakar vanligen varje år betydande förluster inom den fältmässiga trädgårdsodlingen. Möjligheterna att skydda sig mot frostskador är begränsade. Med bevattningens hjälp finns emellertid idag möjlighet att klara av problemet.

Nattfrost är i regel strålningsfrost

Vi talar om frost när mark, växter och marknära luftskikt avkyles under 0°C . Avkylningen kan ske genom tillströmning av kalla luftmassor (advektionsfrost) eller till följd av utstrålning av värme mot rymden (strålningsfrost).

När kallluft strömmar in över ett område blir ofta kylan bestående i flera dagar och skillnaden i lufttemperatur mellan dag och natt relativt liten. Vädret är därtill ofta blåstigt. Vid advektionsfrost bortföres därför vanligen stora värmemängder per dygn från mark och bestånd.

Nattfrosten under våren - försommaren och i början av hösten är nästan alltid strålningsfroster. Frostnätterna föregås i regel av dagar med soligt, torrt och ganska lugnt väder. Lufttemperaturen kan vara 10-15°C mitt på dagen men den sjunker snabbt på kvällen. Utstrålningen och antalet minusgrader blir större under helt klara och vindstilla nätter. En allmän temperatursänkning genom inbrott av kallluft ökar givetvis risken för strålningsfrost.

Det är mot strålningsfrosten under vår och höst som en väl utförd frostskyddsbevattning kan ge känsliga grödor ett gott skydd.

Frostskyddsbevattning kan ske på två sätt. Den första metoden går ut på att man under frosttillfället kontinuerligt bevattnar grödan så länge lufttemperaturen är lägre än 0°C - +1°C (den direkta metoden). Den andra metoden innebär att man något dygn innan en väntad frostnatt tillför grödan en stor mängd vatten och därmed ökar markens värmekapacitet (den indirekta metoden). Båda dessa sätt att frostskyddsbevattna kan ge ett gott frostskydd i känsliga kulturer. Vilken metod man skall använda beror emellertid på vilka förutsättningar som finns, t.ex. vilken kultur som skall skyddas, hur stark frost man kan räkna med, bevattningsanläggningens kapacitet etc.

Den direkta metoden

Vatten som enligt denna metod kontinuerligt tillförs grödan fryser till is på växterna. Under denna isbildning frigörs värme och temperaturen under islagret håller sig på 0°C - 0.4°C så länge vatten tillförs och ny is bildas. Avbryts vattentillförseln genom t.ex. något fel i bevattningsanläggningen sjunker temperaturen under islagret och frostskaadan är ett faktum. Vid lufttemperaturer ner till 4-5 minusgrader är det i regel tillräckligt med en vattentillförsel av 2-3 mm/tim. Sjunker temperaturen ner mot 6-7 minusgrader bör man ge 3-5 mm/tim. Mer än mot 7-8 minusgrader kan grödan inte skyddas. Vattningen startas så snart lufttemperaturen närmar sig 0°C. Den avbryts när temperaturen stigit till 0°C - +1°C eller när all is har smält från växterna.

(Vid låg luftfuktighet och vindstilla förhållanden finns det risk för underkyllning av stjälkar och blad - vattningen bör då startas något tidigare).

En bevattningsanläggning för frostskydd enligt den här metoden måste täcka hela den areal som skall frostskyddas. Spridarna bör ge en så jämn vattentillförsel som möjligt och helst uppställas i triangelförband. Rotationshastigheten hos spridarna bör vara minst 1 varv per min. Spridarna bör dessutom ha minst 120 slag per varv för att fördelningen skall bli tillräckligt jämn. Munstyckenas storlek bör vara 3.5 - 4 mm och trycket lägst 3.5 kp/cm². Spridarna måste vara robusta och driftsäkra. Hela anläggningen måste kunna arbeta utan avbrott vid temperaturer ner till -10°C under kanske 10 timmar. Ett avbrott i vattentillförseln på mer än 3 min ger frostskaador. Situationen blir då om möjligt värre än om ingen frostskyddsbevattning alls utförts.

Den direkta metoden går bra i alla grödor och är det enda effektiva frostskyddet i högväxta kulturer som t.ex. fruktträd och bärbuskar.

Se upp med: - för sent insatt bevattning - starta i tid

- ojämn spridning och för hög intensitet - kontrollera

spridare och tryck samt byt ev. till mindre munstycken på befintliga spridare

- avbrott i bevattningen - leder till skador redan efter 3 min
- för tidigt avslutad bevattning - vänta till isen smält

Den indirekta metoden

Som tidigare nämnts innebär detta sätt att frostskyddsbevattna att vatten tillförs marken innan en befarad frost inträffar. Genom att tillföra vatten före en nattfrost ökar man markens s.k. värmekapacitet och värmeledningsförmåga. Frostnätter föregås ofta av klart väder och sol. En fuktig (bevattnad) mark magasineras då mer värme än en torr. Under en följande frostnatt sjunker därför temperaturen närmast marken inte lika mycket som om marken varit obevattnad.

Vattning före nattfrost kan skydda mot frostskador om temperaturen inte blir mer än 2-3 minusgrader. Effektivt skydd nås bara närmast marken - i de nedre ca 30 cm av luftlagret. Metoden lämpar sig därför endast för låga grödor som t.ex. jordgubbar och potatis. Vattningen bör ske något dygn före väntad nattfrost - senast morgonen innan.

I England rekommenderar man vattning med ca 10 mm var 3-4:e dag till bl.a. färskpotatis under perioder med frostrisk på våren.

Genom detta förfarande kan man med en vanlig flyttbar bevattningsanläggning skydda ganska stora arealer mot lindrigare froster.

Se upp med: - att inte vattna för sent - senast förmiddagen innan en väntad frostnatt

Ett problem med frostskyddsbevattning är de stora vattenmängderna som tillförs (3 mm per tim under 10 tim = 30 mm x 1 ha = 300 m³ vatten). Under en period med flera återkommande nattfroster och bevattning uppstår naturligtvis problem och risker med ytvatten, kväveutlakning etc. Detta får dock vägas mot de frostskador som annars skulle uppträda i kulturerna.

En väl utförd frostskyddsbevattning är det bästa frostskyddet som finns - utnyttja den möjligheten.

INVESTERINGAR OCH ÅRSKOSTNADER FÖR BEVATTNING I FÄLTMÄSSIG TRÄDGÅRDSODLING

Följande avsnitt innehåller beräkningar över investerings- och årskostnader för några olika typer av bevattningssystem lämpade för fältmässig trädgårdsodling. I beräkningarna jämförs de olika systemen vid tre olika arealstorlekar - 3 ha, 6 ha och 15 ha. Dessutom har en naturlig uppdelning på grundval av systemens olika utformning och lämplighet i olika kulturer skett. Beräkningar har således gjorts för fruktodlingar, sv. vinbärsodlingar samt för fältmässiga jordgubbs- och köksväxtodlingar.

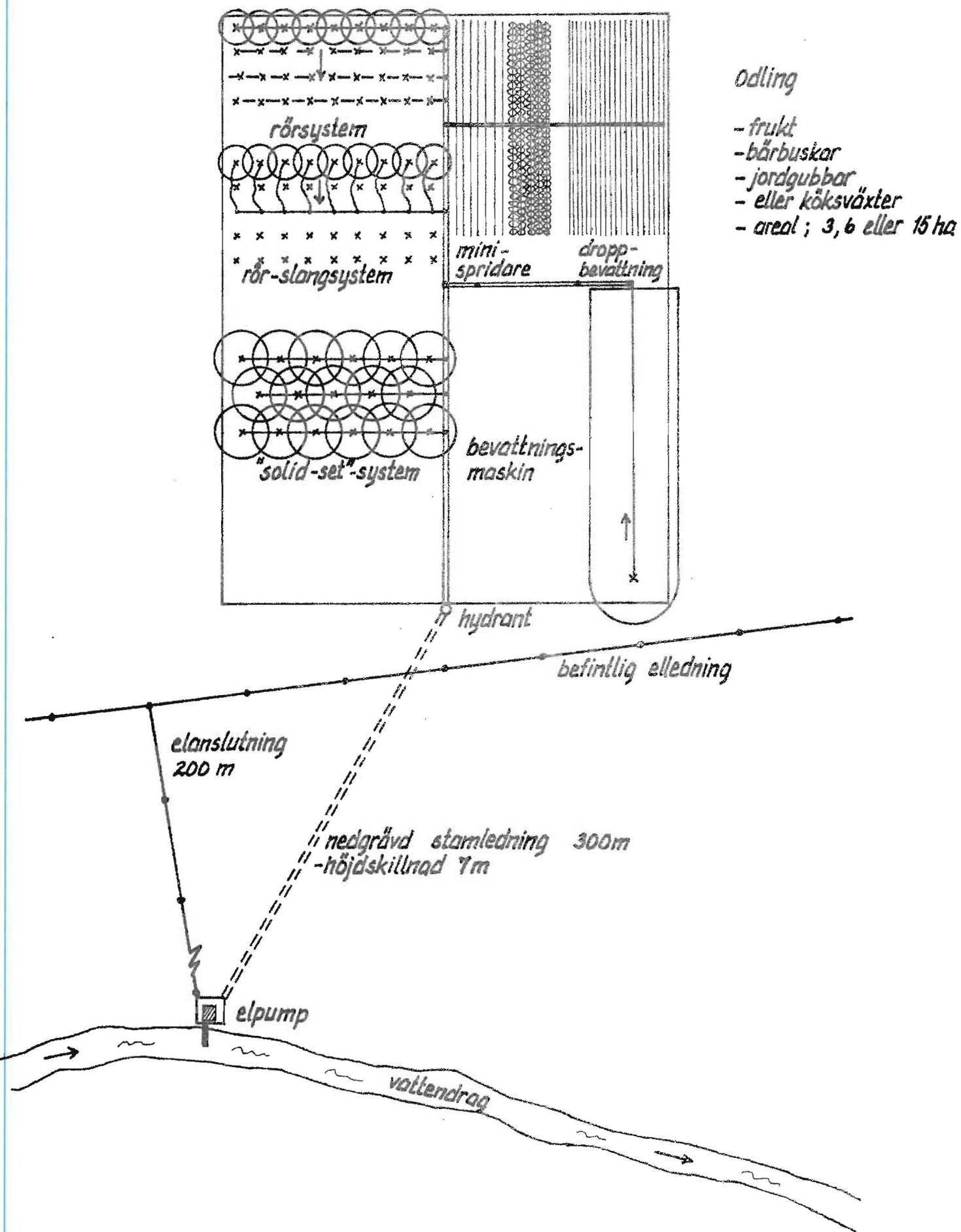
De kostnader som kan utläsas ur tabellerna måste liksom flertalet ekonomiska beräkningar i allmänhet, tolkas med försiktighet. Avsikten har inte varit att fastställa en exakt kostnadsnivå för olika system, utan istället att påvisa de relativa kostnadsskillnader som finns mellan systemen under olika förhållanden. Av denna anledning följer efter tabellerna ett avslutande avsnitt med kommentarer och sammanfattande slutsatser beträffande de framräknade kostnaderna för de olika bevattningssystemen.

Vidare bör påpekas att kostnaderna för vad som i beräkningarna angetts som basinvesteringar i verkligheten kan variera högst avsevärt (härmed menas investeringar i pump, ledningar mellan vattentäkt och fält, samt ev. investeringar i elektrisk anslutning etc.). Större avstånd än 300 m mellan vattentäkt och fält, större nivåskillnader etc. ökar naturligtvis dessa basinvesteringar. I verkligheten kan även kostnader för vattenanskaffning, magasinering, djupborrning etc. tillkomma.

Allmänna förutsättningar för beräkningarna (se även fig. 20)

Fältstorlek/fältform:	- 3 ha, 6 ha och 15 ha - Fältformen har valts så att inget av de olika systemen speciellt gynnats vid beräkningarna
Vattentäkt:	- ytvatten av medelgod kvalitet
Belägenhet:	- avstånd mellan vattentäkt och fält 300 m, nivåskillnad totalt 7 m
Pump/drivkälla:	- El-pump av centrifugaltyp
El-anslutning:	- El framdragen från befintlig ledning 200 m till pumpplats vid vattentäkt (beräknad kostnad i samtliga fall 5000 kr)
Stamledning:	- Nedgrävd stamledning från vattentäkt till fält. Mindre dimensioner av polyeten, större av PVC. Dimensioner och tryckklass efter fastställda behov från fall till fall
Bevattningsbehov:	- Vattenbehovet i samtliga fall beräknat på en vattenförbrukning av grödan på 3.5 mm/dygn
Anläggningarnas kapacitet:	- Bevattning med motsvarande 35 mm skall kunna ske inom 10 dygn på hela arealen.

Fig. 20. Bevattningsanläggning i trädgårdsodling - idéskiss och vissa förutsättningar för ekonomiska beräkningar.



Kortfattad beskrivning över de olika systemens utformning

A. Rör-slang-systemen:

Spridaravstånd	- 9 x 10 m i fruktodling 18 x 18 m i övriga grödor
Spridare	- lågvinkelspridare i fruktodling, 3-3.5 mm Ø. vanliga spridare i övriga grödor, 6-7 mm Ø
Spridarledning	- aluminiumrör med uttag för 20-25 m spridar- slangar
Tryck	- totalt 70 mvp (700 kPa); vid spridare 35 mvp (350 kPa)
Bevattningsstid	- 5 tim per uppställning för 35 mm i fruktodling 7-8 tim per uppställning för 35 mm i övriga grödor
Bevattningsintensitet	- 5-7 mm/tim
Antal flyttningar	- 3 flyttningar/dygn i fruktodling 2 " " i övriga grödor
Driftstid	- 150 tim på 10 dygn
Vattenåtgång	- 2.3 m ³ /tim/ha

B. Bevattningsmaskiner:

Maskinstorlek	- för 3 ha - "50-maskin" +) för 6 ha - "63- " " +) för 15 ha - "82- " " +)
Ledningar	- tillförselledning av ovanpåliggande aluminiumrör inom fältet
Tryck	- totalt vid pump 100-110 mvp (1000-1100 kPa)
Bevattningsintensitet	- 10-15 mm/tim
Driftstid	- 150 tim på 10 dygn
Vattenåtgång	- 2.3 m ³ /tim/ha

+) Siffran anger ledningens ytterdiameter i mm. Denna plus ledningens längd bestämmer hur mycket vatten som kan pumpas ut d.v.s. maskinens kapacitet.

C. "Solid Set"-system:

Spridaravstånd	- 27 x 27 m
Spridare	- vanliga spridare 6-7 mm Ø monterade med förstärkta ståndare direkt på rören
Spridarledning	- aluminiumrör
Sektioner	- systemet indelat i sektioner (10-15 st) där bevattningen styrs halvautomatiskt med mätventiler

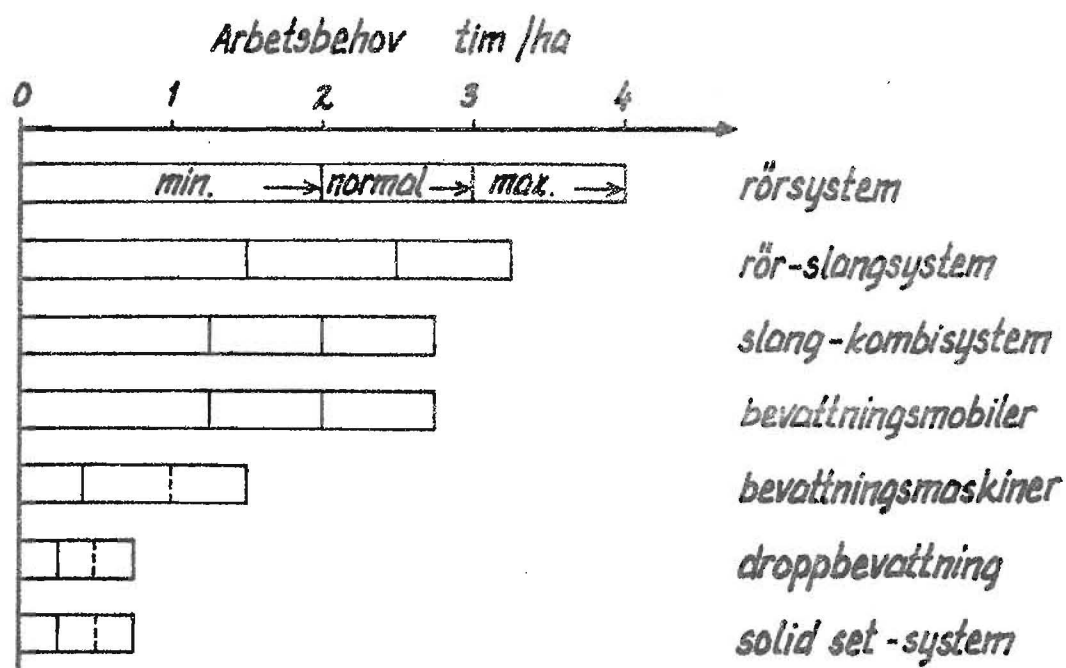
Tryck	- totalt vid pump 80 mvp (800 kPa); vid spridare ca 45 mvp (450 kPa)
Bevattningstid	- 8 tim per sektion för 45 mm vatten
Bevattningsintensitet	- 4-5 mm/tim
Driftstid	- 80-120 tim på 10 dygn
Vattenåtgång	- 3-4.5 m ³ /tim/ha
<u>D. Minispridare:</u>	
Spridaravstånd	- 1 spridare per träd (5 x 3 m)
Spridare	- minispridare, 40 lit/tim, tryckreglerad
Spridarledning	- polyeten 20 mm utv.; 1 ledning per trädrad, ovanpåliggande
Sektioner	- systemet indelat i sektioner (15-20 st) där bevattningen styrs halvautomatiskt med mätventiler
Tryck	- totalt vid pump 70 mvp (700 kPa); vid spridare 10(-50) mvp (100-500 kPa)
Bevattningstid	- ca 13 tim per sektion för 35 mm vatten
Bevattningsintensitet	- 5-6 mm/tim (bevattnad yta ca 7 m ² /spridare)
Driftstid	- 220 tim på 10 dygn
Vattenåtgång	- 1.6 m ³ /tim/ha
Övrigt	- viss enklare filterutrustning för mekanisk rening av vattnet ingår

E. Droppbevattning (permanent system)

Droppavstånd	- i fruktodling, 1 m (= 3 droppare per träd) i sv. vinbärsodling, 0.75 m i jordgubbs- och köksväxtodling, 0.50 m
Avstånd mellan droppledningar	- i fruktodling 5.0 m i sv. vinbärsodling 3.5 m i jordgubbs- och köksväxtodling 1.5 m
Droppare	- droppare av "in line"-typ, 2-8 lit/tim
Droppledningar	- polyetenledningar 12-16 mm utv., ovanpåliggande
Sektioner	- systemet indelat i sektioner, ca 25 st där bevattningen styrs halvautomatiskt med mätventiler
Tryck	- totalt vid pump ca 35 mvp (350 kPa) vid droppare 10-15 mvp (100-150 kPa)

Bevattningstid	- ca 2.5 tim per sektion om 10 mm vatten
Bevattningsintensitet	- (motsvarande ca 4 mm/tim)
Driftstid	- 220 tim på 10 dygn
Vattenåtgång	- 1.6 m ³ /tim/ha
Övrigt	- i systemet ingår fullständig utrustning för filtrering av vattnet (grusfilter), samt utrustning för automatisk tillförsel av växtnäring (gödselblandare) - dessutom ingår utrustning för utläggning och intagning av droppledningar (slangtrummor för traktormontering)

Arbetsbehov tim/ha, för bevattning med motsvarande 35 mm



(egen sammanställning efter Johansson, W, Linnér, H., Bevattning - behov, effekter, teknik samt Sprinkler Irrigation Association, Sprinkler Irrigation.se litteraturreferenser).

Fasta och rörliga kostnader

Fasta kostnader:
(-årskostnad, % av
investeringen)¹⁾

Avskrivning:	10 år = 10 %
Ränta:	10 % = 5 %
Underhåll:	3 % = 3 %
Totalt	18 %

Rörliga kostnader:
(- vid bevattning
motsvarande 35 mm)

Arbete:	Rör-slang system	ca 3	tim/ha
	Bevattningsmaskiner	1-1.5	"
	"Solid Set" system	0.5	"
	Droppbevattning	0.5	"
	Minispridare	0.5	"
	Arbetskostnad	40-60 kr/tim	
Elenergi:	Rör-slang system	25	Kr/ha
	Bevattningsmaskiner	40	"
	"Solid Set" system	30	"
	Droppbevattning	15	"
	Minispridare	25	"
Traktor/transport:	Rör-slang system	3	tim/ha
	Bevattningsmaskiner	1-1.5	"
	Traktor/transport- kostnad	12 Kr/tim	

¹⁾ (För droppbevattning och "Solid Set" system i fältmässig köksväxtodling tillkommer en årlig kostnad för utläggning och intagning av utrustning. Denna kostnad för arbete och transporter är beräknad till 400 kr/ha för droppbevattning och 200 kr/ha för "Solid Set").

Priser för de viktigaste delarna till en bevattningsanläggning

ca-pris 1978

Pumpar:

Pump och elmotor komplett med sug- och tryckanslutning

1 kW	3.000:-
2 "	4.500:-
4 "	6.000:-
6 "	8.000:-
8 "	10.000:-
10 "	11.000:-
15 "	12.000:-
20 "	13.000:-
30 "	15.000:-
50 "	17.000:-

Ledningar/rör

Aluminiumrör (AL)	48 mm inv.	15	kr/m
	70-76 "	20	"
	102 "	30	"
	127 "	40	"
PVC-bevattningsrör, tryckklass 10	90/83 " utv/inv	13	"
	110/101.4 "	18	"
	140/129.2 "	28	"
Polyeten-tryckklass 6	12 " utv	0.75	"
	16 "	1.00	"
	20 "	1.75	"
	25 "	2.50	"
	32 "	3.75	"
	40 "	5.00	"
	50 "	8.00	"
	63 "	13.00	"
	75 "	18.00	"
Spridarslang - nylonarmerad PVC 3/4"		5	"

Bevattningsmaskiner:

	Vattenmängd, m ³ /tim	Kapacitet, ha/dygn		Ca-pris
		20 tim driftstid	15 tim driftstid	
50-maskin	10-13	0.7-1.0	0.5-0.75	20.000:-
63-maskin	18-24	1.3-1.5	1.0-1.1	30.000:-
75-maskin	30-35	2.0-2.5	1.5-1.9	40.000:-
83-maskin	40	ca 2.5	ca 1.9	50.000:-
90-maskin	40-55	2.5-3.5	1.9-2.6	60.000:-
110-maskin	75-90	4.5-6.0	3.4-4.5	70.000:-

Spridarutrustning:

Spridare, låg kastvinkel 3-4 mm munstycken, ca 1 m ³ /tim	50	kr/st
Spridare, 5-7 mm munstycken, 1-4 m ³ /tim	100	"
Minispridare, 40-120 lit/tim	5	"
Droppare, "inline"-typ, 2-8 lit/tim	1.25	"
Spridarstativ/släde	75	"

Filterutrustning:

Nätfilter, 1" - 3" anslutning	100-1.500:-
Grusfilter, kapacitet 15 m ³ /tim	3.000-4.000:-

<u>Gödselblandare:</u> (för tillförsel av växtnäring)	500-15.000:-
---	--------------

Automatik:

1-stations automatiskåp (inkl. ventil, batteridrift, 1"-3")	1.000-2.000:-
10-24 stationers automatiskåp (elektiskt/hydrauliskt, exkl. ventiler etc.)	3.000-6.000:-
Styrventiler (1"-3" elektriska/hydrauliska)	100-1.000:-
Mätventiler (1"-3", halvautomatiska)	200-1.000:-

<u>Hydranter:</u>	1.000-2.000:-
-------------------	---------------

<u>Grävning, läggning, återfyllnad - stamledning</u>	5-10 kr/m
--	-----------

OBS! För beräkning av totala anläggningskostnader etc. tillkommer kostnader för div. kopplingar, anslutningar och anläggningsarbeten på i storleksordningen 10-15 %. Möjligen kan dessa kostnader kompenseras av att prisrabatter i samma storleksordning kan ges i samband med inköp av större anläggningar, anbudsförfarande etc.

Investeringskostnader 1978

Investeringskostnad kr/ha 1978 - fruktodling (plantavst. 5 x 3 m)

	3 ha			6 ha			15 ha		
	B ¹⁾	S ²⁾	Totalt	B	S	Totalt	B	S	Totalt
Rör-slang	5800	2400	8200	3600	2200	5800	1800	2000	3800
Bev.maskin	6700	8000	14700	4000	6500	10500	2000	4500	6500
Minisprid.	5100	10500	15600	3200	10300	13500	1700	10200	11900
Droppbev.	4800	8300	13100	2900	8000	10900	1500	7500	9000

1) B = Basinvestering (-pump, stamledning till fält 300 m, el-anslutning etc.)

2) S = Investering för spridningssystemet (- spridare, spridarledningar, droppare, minispridare, bev.maskin, samt ev. automatik, filterutrustning etc.)

Årskostnader kr/ha 1978 - fruktodling (plantavst. 5 x 3 m)

	3 ha				6 ha				15 ha			
	F ³⁾	R ⁴⁾	Å ₁₀₅ ⁵⁾	Å ₁₇₅ ⁶⁾	F	R	Å ₁₀₅	Å ₁₇₅	F	R	Å ₁₀₅	Å ₁₇₅
RS	1480	210	2110	2530	1040	200	1640	2040	680	190	1250	1630
BM	2650	130	3040	3300	1890	120	2250	2490	1170	100	1470	1670
MS	2810	40	2930	3010	2430	40	2550	2630	2140	40	2260	2340
DB	2360	30	2450	2510	1960	30	2050	2110	1620	30	1710	1770

3) F = Fasta kostnader (- avskrivning 10 år, ränta 10 %, underhåll 3 %)

4) R = Rörliga kostnader (- arbete, energi, transport, - för 1 bevattning med 35 mm eller motsvarande)

5) Å₁₀₅ = Total årskostnad för bevattning med 105 mm (= 3 bevattningar med 35 mm eller motsvarande)

6) Å₁₇₅ = Total årskostnad för bevattning med 175 mm (= 5 bevattningar med 35 mm eller motsvarande för droppbevattning och fasta minispridare)

RS = Rör-slang

BM = Bevattningsmaskin

SS = Solid Set

DB = Droppbevattning

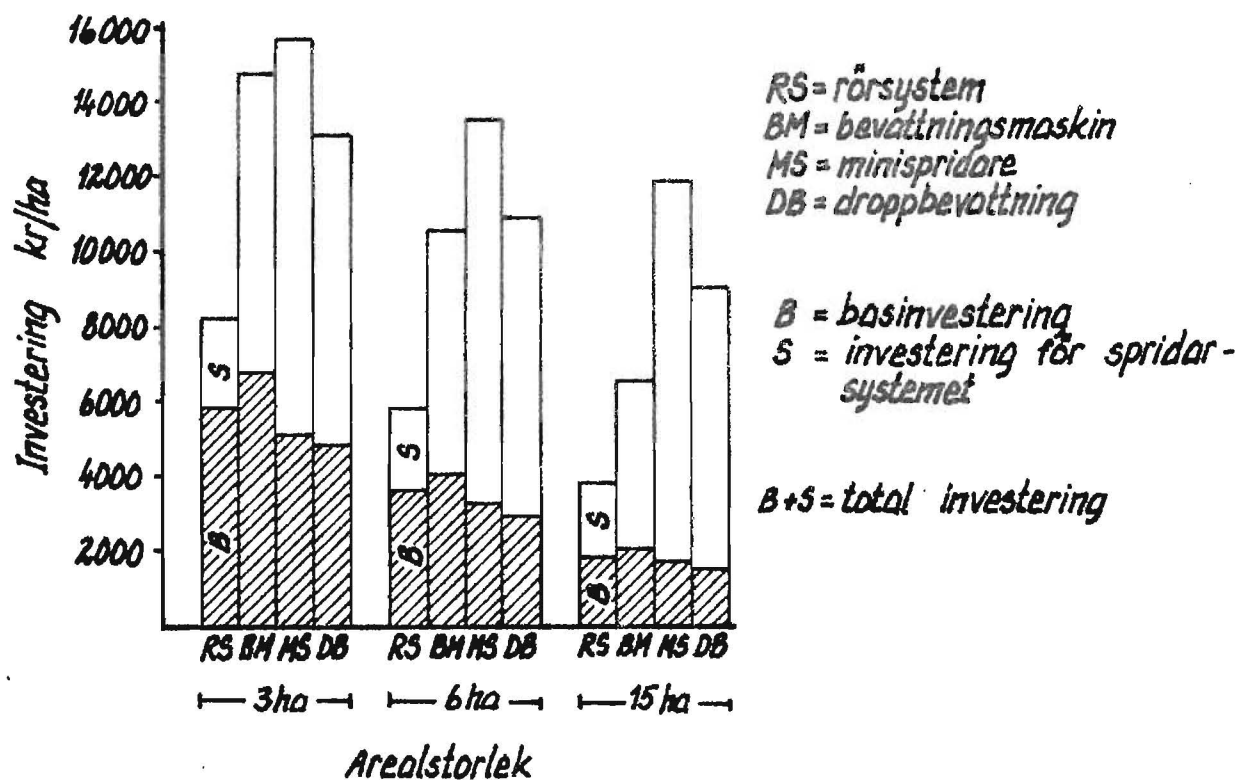


Diagram 1. Investeringskostnader för olika bevattningssystem i fruktodling.

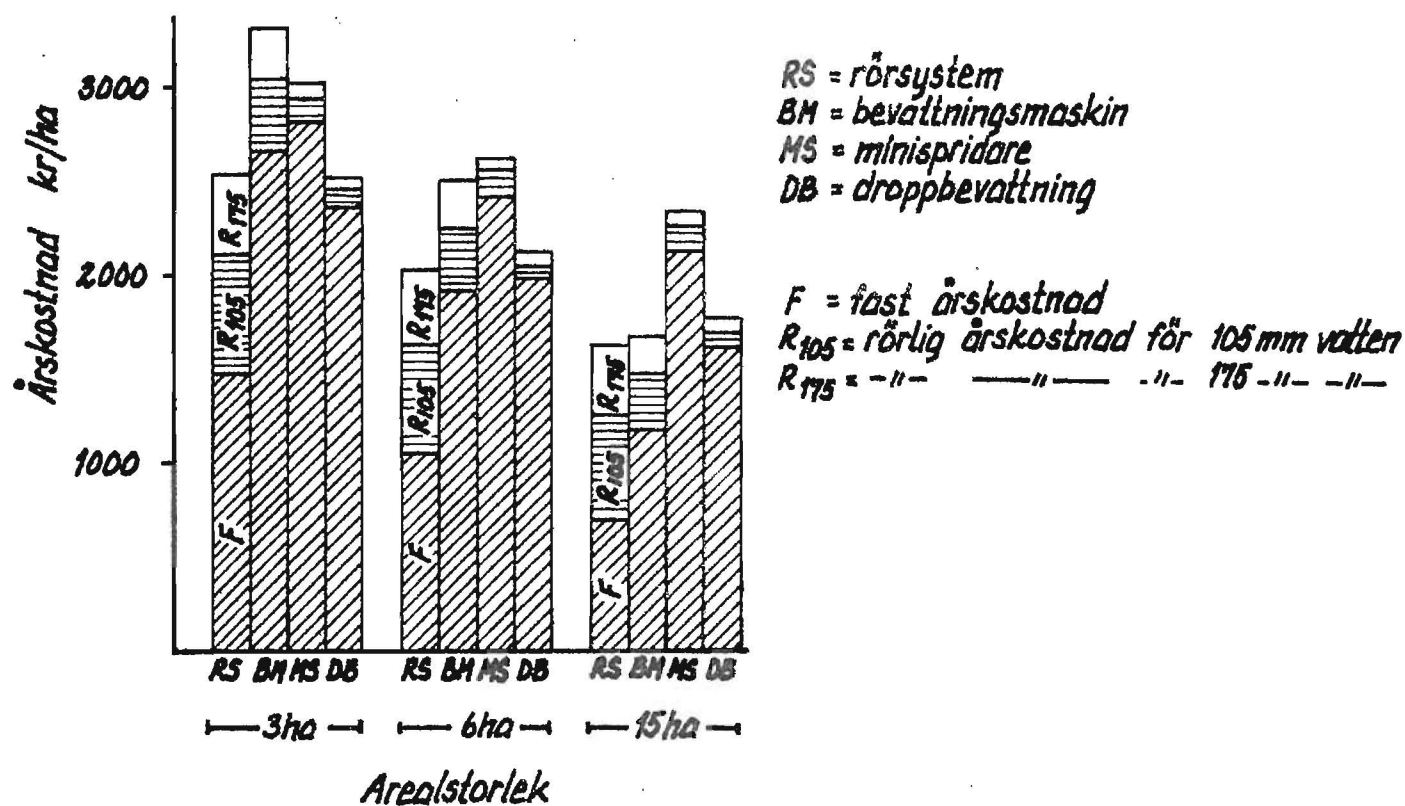


Diagram 2. Årskostnader för olika bevattningssystem i fruktodling.

Investeringskostnad kr/ha 1978 - sv. vinbärsodling (radavstånd 3.5 m)

	3 ha			6 ha			15 ha		
	B ¹⁾	S ¹⁾	Totalt	B	S	Totalt	B	S	Totalt
Rör-slang	6000	2400	8400	3300	1700	5000	1700	1500	3200
Bev.maskin	6700	8000	14700	4000	6500	10500	2000	4500	6500
Solid Set	6900	13300	20200	3900	12850	16750	1750	12000	13750
Droppbev.	4800	12000	16800	2900	11300	14200	1500	10700	12200

1) B = Basinvestering (-pump, stamledning till fält 300 m, el-anslutning etc)

2) S = Investering för spridningssystemet (spridare, spridarledningar, droppare, bev.maskin, samt ev. automatik, filterutrustning etc.)

Årskostnader kr/ha 1978 - sv. vinbärsodling (radavstånd: 3.5 m)

	3 ha				6 ha				15 ha			
	F ³⁾	R ⁴⁾	A ₁₀₅ ⁵⁾	A ₁₇₅ ⁶⁾	F	R	A ₁₀₅	A ₁₇₅	F	R	A ₁₀₅	A ₁₇₅
RS	1510	210	2140	2560	900	200	1500	1900	580	190	1150	1530
BM	2650	130	3040	3300	1890	120	2250	2490	1170	100	1470	1670
SS	3640	50	3790	3890	3020	50	3170	3270	2480	50	2630	2730
DB	3020	30	3110	3170	2560	30	2650	2710	2200	30	2290	2350

3) F = Fasta kostnader (- avskrivning 10 år, ränta 10 %, underhåll 3 %)

4) R = Rörliga kostnader (- arbete, energi, transport, - för 1 bevattning med 35 mm eller motsvarande)

5) A₁₀₅ = Total årskostnad för bevattning med totalt 105 mm

6) A₁₇₅ = Total årskostnad för bevattning med totalt 175 mm

RS = Rör-slang

BM = Bevattningsmaskin

SS = Solid Set

DB = Droppbevattning

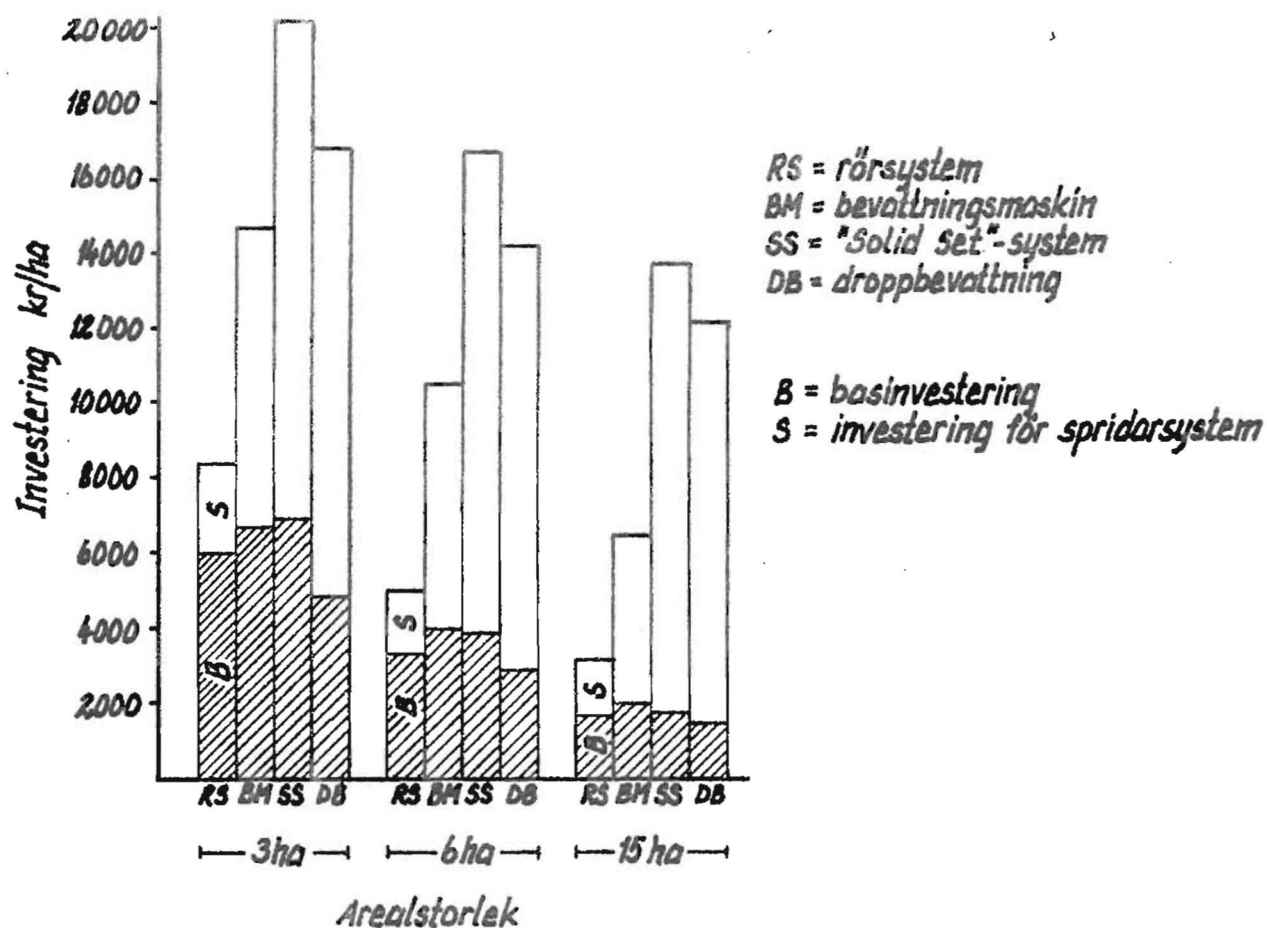


Diagram 3. Investeringskostnader för olika bevattningssystem i svart vinbärsodling.

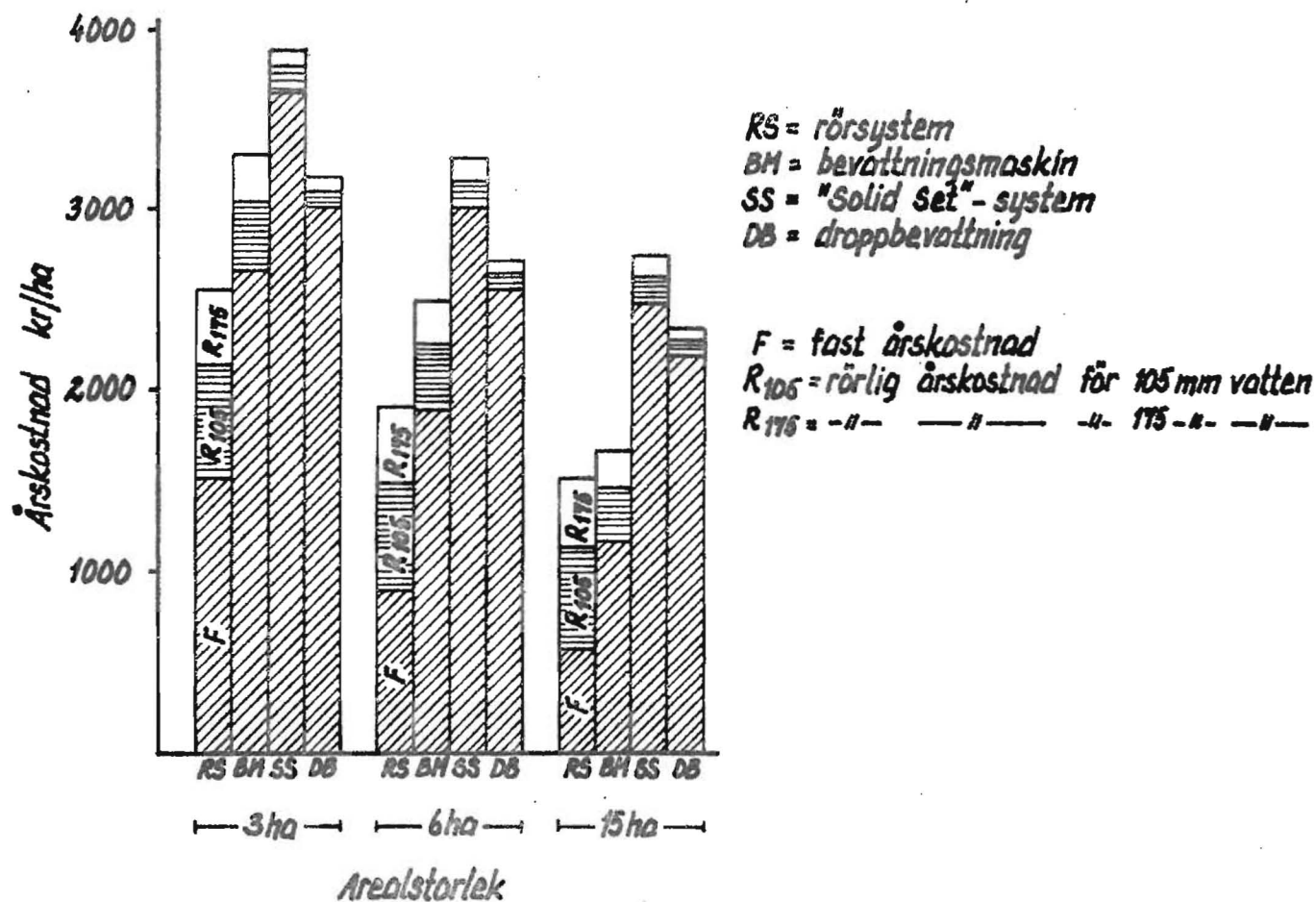


Diagram 4. Årskostnader för olika bevattningssystem i svart vinbärsodling.

Investeringskostnad kr/ha 1978 - fältmässig jordgubbs- och köksväxtodling

	3 ha			6 ha			15 ha		
	B ¹⁾	S ²⁾	Totalt	B	S	Totalt	B	S	Totalt
Rör-slang	6000	2400	8400	3300	1700	5000	1700	1500	3200
Bev.maskin	6700	8000	14700	4000	6500	10500	2000	4500	6500
Solid Set	6900	13300	20200	3900	12850	16750	1750	12000	13750
Droppbev. ³⁾	4300	27200	31500	2700	25800	28500	1400	24900	26300

1) B = Basinvestering (-pump, stamledning till fält 300 m, el-anslutning etc)

2) S = Investering för spridningssystemet (-spridare, spridarledningar, droppare, bev.maskin, samt ev. automatik, filterutrustning etc.)

3) Dubbelrader - avstånd mellan droppledningar 1.5 m och mellan droppare 0.5 m

Årskostnader kr/ha 1978 - fältmässig jordgubbs- och köksväxtodling

	3 ha				6 ha				15 ha			
	F ⁴⁾	R ⁵⁾	A ₁₀₅ ⁶⁾	A ₁₇₅ ⁷⁾	F	R	A ₁₀₅	A ₁₇₅	F	R	A ₁₀₅	A ₁₇₅
RS	1510	200	2110	2510	900	190	1470	1850	580	180	1120	1480
BM	2650	130	3040	3300	1890	120	2250	2490	1170	100	1470	1670
SS	3840	50	3990	4090	3220	50	3370	3470	2680	50	1830	2930
DB ³⁾	5670	30	5760	5820	5130	30	5220	5280	4730	30	4820	4880

4) F = Fasta kostnader (-avskrivning 10 år, ränta 10 %, underhåll 3 %, samt årligt engångsarbete vid utläggning och intagning) 8-10 tim/ha för droppbev. och 3-5 tim/ha för solid-set)

5) R = Rörliga kostnader (-arbete, energi, transporter, -för 1 bevattning med 35 mm eller motsvarande)

6) A₁₀₅ = Total årskostnad för bevattning med totalt 105 mm

7) A₁₇₅ = Total årskostnad för bevattning med totalt 175 mm

RS = Rör-slang

BM = Bevattningsmaskin

SS = Solis Set

DB = Droppbevattning

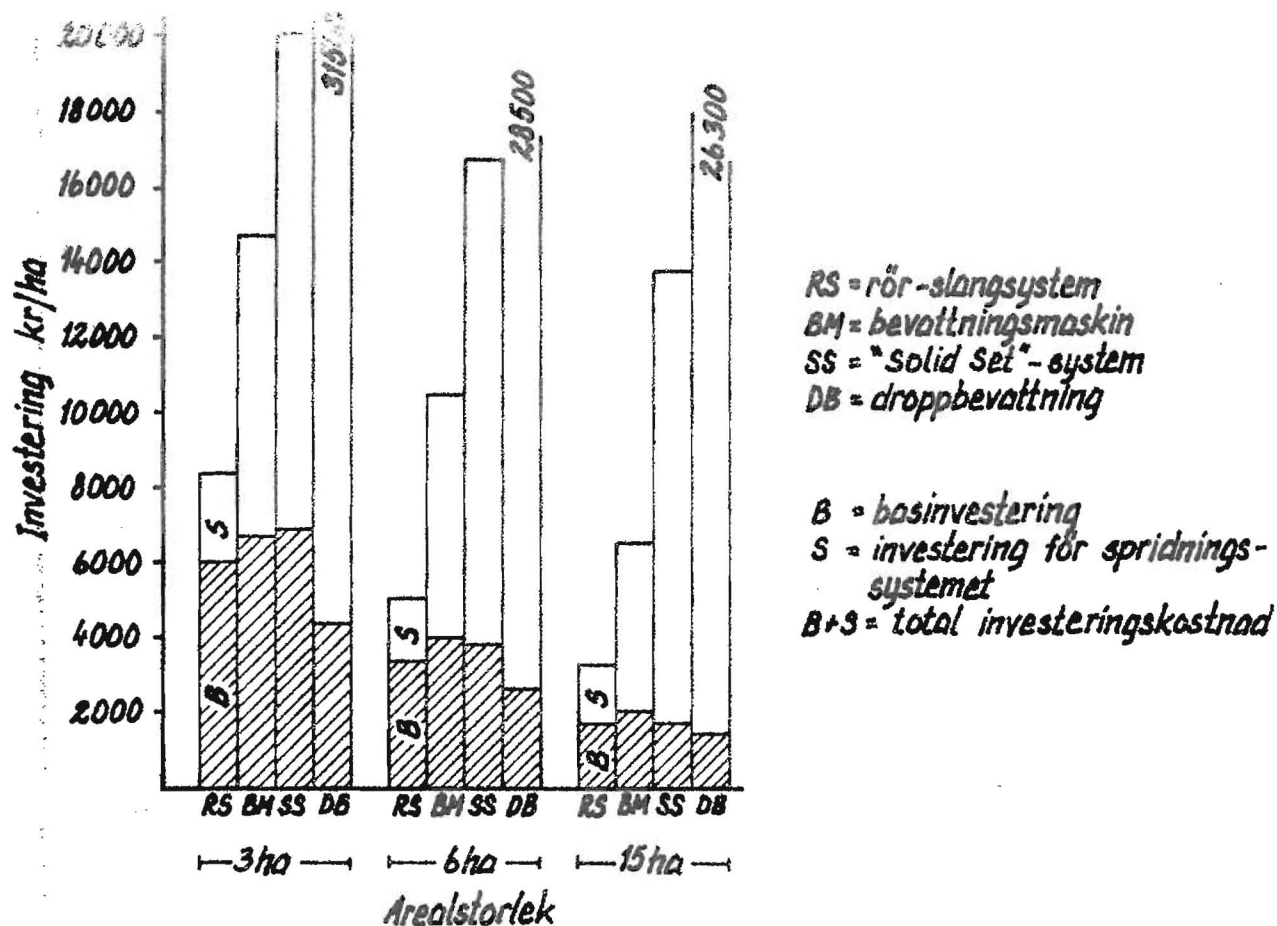


Diagram 5. Investeringskostnader för olika bevattningssystem i fältmässig jordgubbs- och köksväxtodling.

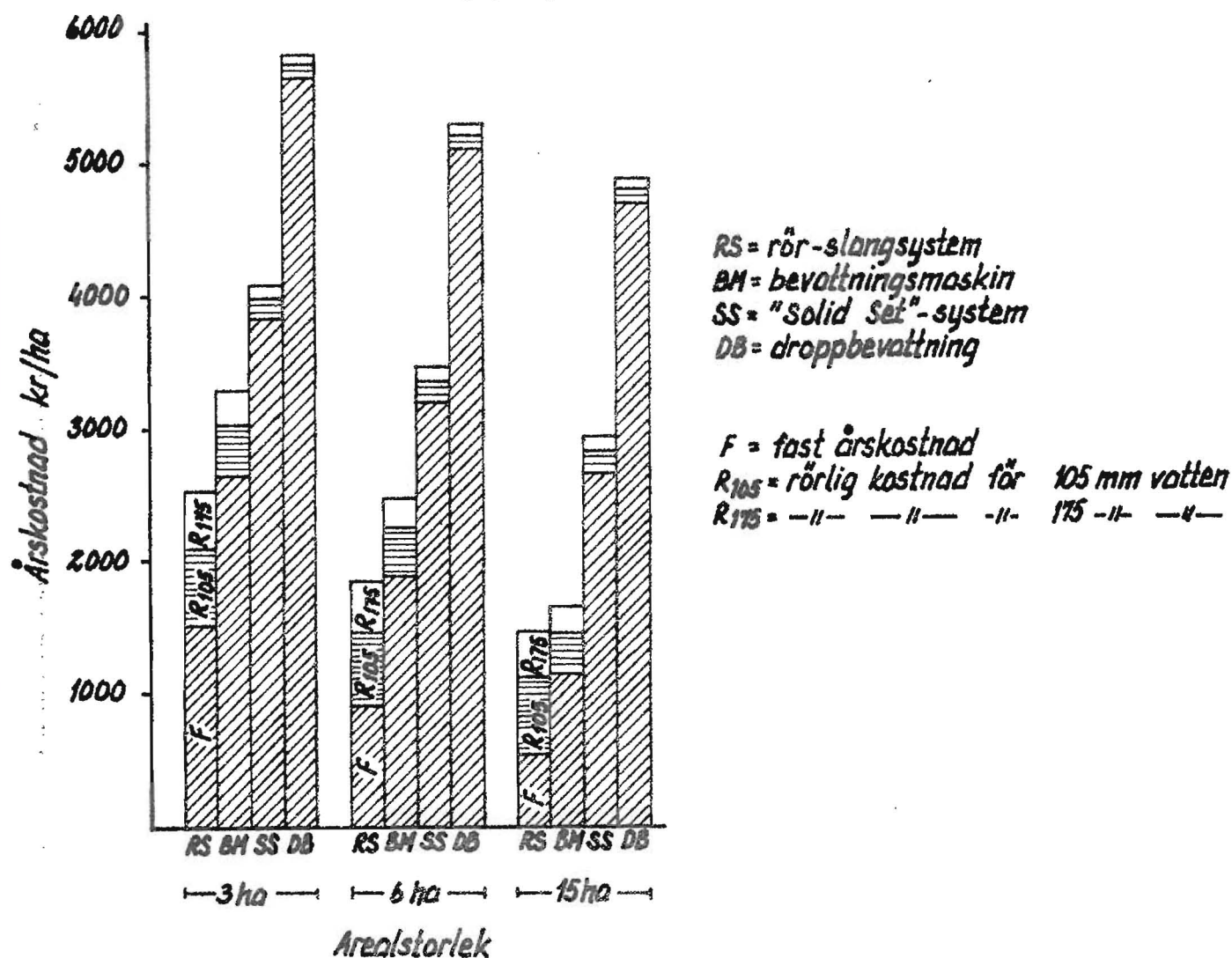


Diagram 6. Årskostnader för olika bevattningssystem i fältmässig jordgubbs- och köksväxtodling.

Ekonomiska synpunkter på bevattningssystem i fältmässig trädgårdsodling

FRUKTODLING

De totala investeringskostnaderna per ha för olika bevattningssystem varierar kraftigt. De är genomgående lägst för flyttbara rör-slang-system, både vid små och stora arealer. För bevattningsmaskiner minskar investeringskostnaden per ha kraftigt med ökad arealstorlek. Vid små arealer blir investeringskostnaderna lika höga för bevattningsmaskiner som för permanenta system med droppbevattning och minispridare. För de sistnämnda bevattningssystemen minskar investeringskostnaderna endast måttligt vid ökad areal.

Även de årliga kostnaderna för bevattning varierar, men i mindre grad. Låga investeringskostnader för rör-slangsystemet kompenseras av hög arbetsåtgång för detta system. Årskostnaderna blir därför nästan lika höga som för övriga system. För bevattningsmaskiner blir årskostnaderna höga vid små arealer, men sjunker vid ökad areal. De permanenta systemen hävdar sig väl i fruktodling. Särskilt låga kostnader redovisas för droppbevattning. Droppbevattning och bevattning med minispridare har låga rörliga kostnader, varför systemen blir förhållandevis billigare ju fler bevattningar som utförs per år.

Sammanfattningsvis kan sägas att bevattningsmaskiner ur ekonomisk synpunkt hävdar sig bäst vid större bevattnade arealer, medan droppbevattning och bevattning med minispridare är förhållandevis fördelaktiga vid mindre arealer. Investerings- och årskostnader för flyttbara rör-slang-system är låga oberoende av arealstorlek.

För fruktodlingar finns även andra typer av bevattningssystem och andra möjligheter till utformning av anläggningar än de här redovisade. Bevattning med spraydysor är ett användbart alternativ. Ur kostnadssynpunkt torde systemet ligga på samma nivå som vad minispridare gör i beräkningarna. Även ur teknisk/biologisk synpunkt ger spraybevattning likartade resultat.

Bevattning med små s.k. bevattningsmobiler kan också bli ett alternativ i framför allt mindre fruktodlingar. Kostnadsmässigt bör systemet hamna mellan rör-slangsystemet och de större bevattningsmaskinerna.

Fasta eller flyttbara rörsystem försedda med höga stativ och s.k. storspridare för ovanbevattning förekommer också i fruktodlingar. Som permanenta system bör de kostnadsmässigt jämföras med vad som gäller för s.k. "Solid Set"-system (se beräkningar för system i sv. vinbärs- och fältmässig köksväxtodling). Flyttbara bevattningssystem med storspridare blir kostnadsmässigt något dyrare än rör-slangsystem med lågvinkelspridare p.g.a. högre kostnader för stativ och spridare samt ett högre tryckbehov.

SVARTA VINBÄRSODLING OCH LIKNANDE

Investeringskostnaderna för de flyttbara bevattningssystemen (rör-slang och bevattningsmaskin) är i stort desamma i en sv. vinbärsodling som i en fruktodling. Det minskade radavståndet i sv. vinbärsodlingen påverkar däremot droppbevattningssystemet i fördyrande riktning. Investeringskostnaderna för "Solid-Set"-systemet är förhållandevis högst oavsett arealstorleken.

För årskostnaderna gäller även i sv. vinbärsodling att det flyttbara rör-slangsystemet blir billigast. Bevattningsmaskiner blir fördelaktigare vid ökande areal. Droppbevattningen hävdar sig även här väl i mindre odlingar. "Solid-Set"-systemet har genomgående högst årskostnader, men skillnaderna gentemot droppbevattning och bevattningsmaskiner på små arealer, är inte alltför stora.

Bevattning med spraydysor samt systemet med små bevattningsmobiler är också tänkbara i sv. vinbärsodlingar. Systemet med spraydysor torde bli lika kostnadskrävande som det s.k. "Solid-Set"-systemet. Bevattningsmobilerna däremot kan säkert kostnadsmässigt konkurrera med de större bevattningsmaskinerna i mindre odlingar.

FÄLTMÄSSIG JORDBUGGS- OCH KÖKSVÄXTODLING

Rör-slangsystemet har de lägsta investeringskostnaderna per hektar. Investeringskostnaderna för bevattningsmaskiner är dubbelt så höga. För ett permanent bevattningssystem - "Solid-Set" blir dessa kostnader ytterligare fördubblade. Droppbevattning i fältmässig odling med dubbelrader på 1-1.5 m avstånd medför extremt höga investeringskostnader. Med maskinell utrustning för flyttning av droppledning kan kostnaderna troligen minskas avsevärt och komma i nivå med övriga bevattningssystem.

Beräkningarna över de årliga kostnaderna för bevattningar med sammanlagt 105-175 mm visar att rör-slangsystemet blir billigast. För större arealer blir dock årskostnaderna för bevattningsmaskiner ungefär desamma. Droppbevattning och "Solid-Set"-system har genomgående mycket högre årskostnader. Fördelar i form av minskat arbete, ökade möjligheter till styrning och kontroll av bevattningen etc. måste istället bli avgörande för investering i dessa sistnämnda bevattningssystem.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Johansson, W., Linnér, H. 1977. Bevattning - behov, effekter, teknik
LT:s förlag, 141 s.
- Sprinkler Irrigation Association, 1975. Sprinkler Irrigation, 4:e uppl.
1975, 615 s.
- Rognerud, B. Solid Set vatningssystem, Inst. f. hydroteknikk, Norges
Landbrukshøgskole, 5 s.
- Christensson, H. Stenciltryck serie EK, nr. 58, 99, 99B, 99C, 100, 100B,
100C, 107, 124. Lantbruksnämnden i Malmöhus län, Träd-
gårdssektionen (Kalkyler över bevattningsystem i olika
trädgårdsodlingar).
- De landbrugstekniske undersøgelser, Otterup 1976, Vandingsmaskiner.
Arbejdsbehov og vandingskapacitet i praksis. Kort meddelelse
nr 27, 56 s.
- Linnér, H., Sundell, G., Johansson, W., 1974. Arbetsbehov, investering
och årskostnader för olika bevattningsystem, Avd. f.
lantbrukets hydroteknik, Uppsala, Stenciltryck nr 100,
58 s.
- Gustafsson, K., Persson, G., 1974. Studier av arbetstid och funktion för
några bevattningsystem, Examensarbete i lantbrukets hydro-
teknik, Lantbrukshögskolan, Uppsala, 47 s.
- Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D., 1976. Drip Irrigation, Drip Irriga-
tion Scientific Publications, Israel, 296 s.
- Soil conservation Service, USDA, 1967. Planning Farm Irrigation Systems.
National Engineering Handbook Irrigation, Section 15,
Chapter 3, 92 s.
- Ingvarsson, A., 1977. Växtnäringsbevattning, Lantmannen årg. 98, nr 22,
s. 22-23.
- Ingvarsson, A. 1976, Modern Bevattning, Traktorjournalen, årg. 28, nr 1,
s. 12-16
- Ingvarsson, A., 1976. Droppbevattning, Nordisk Jordbruksforskning årg. 58,
nr 4, s. 288-289.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER.

- 108 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1978. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX: Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. 102 bl.
- 109 Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978 (1982). Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning. 1: Kalmar län. 66 s. (109a. Korrigerat nytryck 1982. 66 s).
- 110 Lundegrén, J & Nilsson, S. 1978. Bevattningssamverkan. Förutsättningar och olika associationsformer. 26 bl.
- 111 Berglund, G. m.fl. 1978. Resultat av 1977 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 19+23+56 bl.
- 112 Forsling, A. & Borgblad, M. 1978. Konflikten mellan jordbruket och naturvården i markavvattningsfrågor. 57 bl.
- 113 Linnér, H. 1978. Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord. 16 bl.
- 114 Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattning av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78. 68 bl.
- 115 Ingvarsson, A. 1978. Bevattning i fältmässig trädgårdsodling - Teknik och ekonomi. 43 bl.